

RadiMation-testausohjelmiston käyttöönotto

Elina Jaatinen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Elektroniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Elina Jaatinen			
Työn nimi RadiMation-testausohjelmiston käyttöönotto			
Päiväys	30.1.2012	Sivumäärä/Liitteet	39/55
Ohjaaja(t) lehtori Jorma Kekäläinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, EMC-laboratorio			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli ottaa käyttöön RadiMation-testausohjelmisto EMC-testauksessa. Työn tilaaja oli Savonia-ammattikorkeakoulun EMC-laboratorio, joka tarjoaa yrityksille häiriönpäästötötestejä ja -sietotestejä.</p> <p>Työssä perehdyttiin EMC-ilmiöihin sekä EMC-direktiiviin ja -standardeihin. Työn tavoitteena oli ottaa RadiMation-testausohjelmistolla käyttöön säteilevän häiriönpäästön, johtuvan häiriönpäästön sekä säteilevän häiriönsiedon testit. Työhön sisältyi myös raporttigeneraattorin käyttöönotto näihin kolmeen testiin.</p> <p>Testien käyttöönoton aikana ilmeni ongelmia, joiden ratkaisemiseen tarvittiin EMC-laboratorion testausinsinöörin apua sekä yhteistyötä RadiMation-testausohjelmiston valmistajan kanssa. Myös raporttigeneraattorin toiminnassa huomattiin virhetilanteita, joista ilmoitettiin ohjelmiston valmistajalle. Näitä virhetilanteita valmistaja pystyi korjaamaan ohjelmiston versiopäivityksellä.</p> <p>Työn tuloksena RadiMation-testausohjelmistolla saatiin otettua käyttöön halutut testit sekä raporttigeneraattori. Testitulosten luotettavuus varmistettiin verifiointimittauksilla. Tulevaisuudessa RadiMation-testausohjelmistolla voitaisiin ottaa käyttöön myös muut ohjelmistolla suoritettavat EMC-testit.</p>			
Avainsanat ohjelmisto, käyttöönotto, sähkömagneettinen yhteensopivuus, testaus, RadiMation			
julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electronic Engineering			
Author(s) Elina Jaatinen			
Title of Thesis Implementation of RadiMation Test Software			
Date	30 January 2012	Pages/Appendices	39/55
Supervisor(s) Mr. Jorma Kekäläinen, Lecturer			
Client Organisation/Partners Savonia University of Applied Sciences, EMC laboratory			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was the implementation of the RadiMation test software. The thesis was made for the EMC laboratory of Savonia University of Applied Sciences. The EMC laboratory offers electromagnetic emission and electromagnetic immunity tests for companies.</p> <p>The focus on this thesis was on EMC phenomena, directive and standards. The purpose of this thesis was to put the software into operation for radiated emission, conducted emission and radiated immunity tests. The implementation of a report generator was also included in this thesis.</p> <p>After defining the basic settings, the implementation of radiated emission, conducted emission and radiated immunity tests was started. There were some problems with the tests and the problems needed to be solved in collaboration with the manufacturer of the RadiMation software. The report generator was put into operation for these three tests.</p> <p>The result of this thesis was correctly working test software regarding radiated emission, conducted emission and radiated immunity tests and the report generator. Verification measurements were done to the tests and reported.</p> <p>In the future the software could be put into operation also for all the other EMC tests that can be made with the RadiMation test software.</p>			
<p>Keywords</p> <p>software, implementation, electromagnetic compatibility, testing, RadiMation</p>			
public			

ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Savonia-ammattikorkeakoulun EMC-laboratoriolle vuoden 2011 aikana. Työn aikana sain paljon uutta tietoa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden EMC-testauksesta ja -ilmiöistä, etenkin säteilevästä ja johtuvasta häiriönpäästöstä ja säteilevästä häiriönsiedosta. EMC-testauksesta ja -ilmiöistä saamani tiedot ovat varmasti hyödyllisiä tulevaisuudessa.

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa, lehtori Jorma Kekäläistä sekä EMC-laboratorion teknistä vastaavaa Matti Tiusasta ja testausinsinöörejä Tero Siparia ja Marko Sorsaa. Lisäksi haluan kiittää avopuolisoani ja perhettäni tuesta opinnäytetyön aikana.

Kuopiossa 30.1.2012

Elina Jaatinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	11
2	TEORIA.....	12
2.1	Maxwellin yhtälöt.....	12
2.2	Sähkömagneettiset kentät	13
3	SÄHKÖMAGNEETTINEN HÄIRIÖ	15
3.1	Johtuva häiriönpäästö	15
3.2	Säteilevä häiriönpäästö	15
3.3	Säteilevä häiriönsieto	16
3.4	Sähkömagneettinen yhteensopivuus.....	16
3.5	Standardit.....	17
4	GPIB-VÄYLÄ	18
5	RADIMATION-TESTAUSOHJELMISTO.....	19
6	OHJELMISTON PERUSASETUKSET	20
6.1	Testauslaitteiden määrittäminen	20
6.2	Asiakastietokannan luominen.....	21
6.3	Testattavan laitteen luominen.....	22
7	JOHTUVA HÄIRIÖNPÄÄSTÖ	23
7.1	Ohjelmiston testausmenetelmät.....	23
7.2	Ongelmat.....	24
8	SÄTEILEVÄ HÄIRIÖNPÄÄSTÖ	26
8.1	Ohjelmiston testausmenetelmät.....	26
8.2	Ongelmat.....	27
9	SÄTEILEVÄ HÄIRIÖNSIETO.....	28
9.1	Ohjelmiston testausmenetelmät.....	28
9.2	Ongelmat.....	29
9.3	16 pisteen kalibrointi.....	29
10	RAPORTTIGENERAATTORI	31
11	VERIFIOINTI	33
11.1	Johtuva häiriönpäästö.....	34
11.2	Säteilevä häiriönpäästö	35
11.3	Säteilevä häiriönsieto	36
12	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
	LÄHTEET	38

LIITTEET

Liite 1 Verifiointiraportti

Liite 2 Raporttigeneraattorin raporttipohja

Liite 3 Raporttigeneraattorin luoma raportti

LYHENTEET

AV	Average
CISPR	International Special Committee on Radio Interference
EFT	Electrical Fast Transient
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMI	Electromagnetic Interference
ESD	Personnel Electrostatic Discharge
EUT	Equipment Under Test
GPIB	General Purpose Interface Bus
HP-IB	Hewlett Packard Interface Bus
IEC	International Electrotechnical Commission
LISN	Line Impedance Stabilization Network
LLF	Limit Line File
MS	Microsoft
OATS	Open Area Test Site
PK	Peak
QP	Quasi-peak
RSG	Reference Spectrum Generator

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on ottaa käyttöön RadiMation-testausohjelmisto. Kyseinen testausohjelmisto on hankittu EMC-laboratorioon vuonna 2008, mutta käyttöönotto on estynyt ohjelmistossa esiintyneiden haasteiden vuoksi. Testausohjelmisto on EMC-laboratorion yksi tärkeimmistä työkaluista. Uuden testausohjelmiston myötä EMC-laboratorion laitteisto päivittyy ja RadiMation-ohjelmiston ominaisuudet nopeuttavat testausinsinöörin työtä.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada johtuvan häiriönpäästön, säteilevän häiriönpäästön ja säteilevän häiriönsiedon testit toimimaan standardien mukaisesti. Työhön sisältyi myös raporttigeneraattorin käyttöönotto. Työssä perehdyttiin EMC-direktiiviin sekä EMC-testeihin ja -testausmenetelmiin liittyviin standardeihin.

Ohjelmiston käyttöönoton aikana ilmenneitä ongelmia ja haasteita ratkaistiin yhteistyössä ohjelmiston valmistajan (D.A.R.E!!) kanssa. Verifiointimittauksilla varmistettiin mittaustulosten luotettavuus.

2 TEORIA

2.1 Maxwellin yhtälöt

Maxwellin yhtälöt liittyvät sähkömagnetiikan perusteisiin, joita tarvitaan analysoitaessa aaltojohtoja, antennoja ja monia muita komponentteja sekä radiotekniikan ilmiöitä (Räisänen & Lehto 2011, 16). Maxwellin yhtälöt ovat radiotekniikan ja koko sähkötekniikan perusta (Räisänen & Lehto 2011, 20).

Seuraavassa on esitelty Maxwellin yhtälöt differentiaalimuodossa (Räisänen & Lehto 2011, 17–18):

Maxwellin ensimmäinen yhtälö on Gaussin laki:

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho \quad (1)$$

jossa \vec{D} on sähkövuon tiheys $\left[\frac{\text{As}}{\text{m}^2}\right]$ ja ρ on sähköinen varaustiheys $\left[\frac{\text{As}}{\text{m}^3}\right]$.

Maxwellin toinen yhtälö on Gaussin laki magneettikentille:

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (2)$$

jossa \vec{B} on magneettivuon tiheys $\left[\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}\right]$.

Maxwellin kolmas yhtälö on Faradayn induktiolaki:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (3)$$

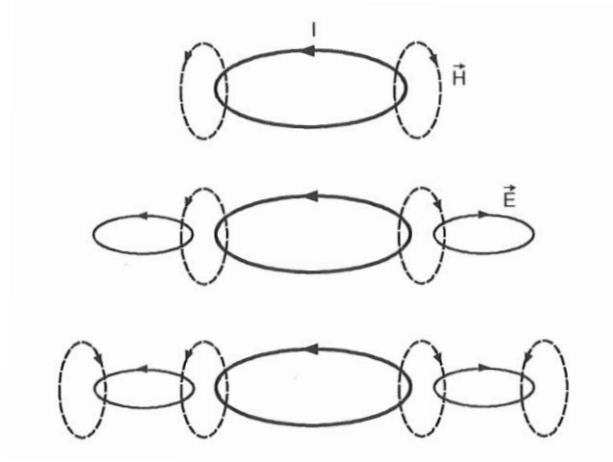
jossa \vec{E} on sähkökentän voimakkuus $\left[\frac{\text{V}}{\text{m}}\right]$.

Maxwellin neljäs yhtälö perustuu Ampèren lakiin, johon Maxwell lisäsi vuontiheyden \vec{D} aikaderivaatan $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ eli niin sanotun siirrosvirtatermin yhtälön oikealle puolelle, jolloin saadaan Ampère-Maxwellin laki:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (4)$$

jossa \vec{H} on magneettikentän voimakkuus $\left[\frac{\text{A}}{\text{m}}\right]$ ja \vec{j} on sähkövirran tiheys $\left[\frac{\text{A}}{\text{m}^2}\right]$.

Maxwellin yhtälöiden avulla on helppo ymmärtää kvalitatiivisesti sähkömagneettisen aallon syntyminen. Kuvio 1 havainnollistaa etenevän aallon syntymistä. Ensin ajatellaan virtasilmukkaa, jonka virta muuttuu. Muuttuva virta luo muuttuvan magneettikentän (yhtälö 4), joka puolestaan luo muuttuvan sähkökentän (yhtälö 3). Muuttuva sähkökenttä taas luo muuttuvan magneettikentän (yhtälö 4). (Räisänen & Lehto 2011, 20.)



KUVIO 1. Virtasilmukan synnyttämä sähkömagneettinen aalto (Räisänen & Lehto 2011, 20)

2.2 Sähkömagneettiset kentät

Vaihtelevat jännitteet luovat säteileviä sähköisiä aaltoja, kun taas vaihtelevat virrat luovat magneettisia aaltoja. Kuljettuaan noin 1–6 aallonpituuden verran molemmat, sekä sähköiset että magneettiset aallot, muuttuvat sähkömagneettisiksi aalloiksi. Näitä sähkömagneettisia aaltoja kutsutaan myös tasoaalloiksi. Aaltojen levitessä niiden voimakkuus vaihtelee luoden sähkömagneettisen kentän. Sähkömagneettiset aallot kulkeutuvat ilman, tyhjiön ja eristävien materiaalien läpi kuten puun, tiilen, muovin ja lasikuidun. Näin ollen jokainen elektroninen laite vuotaa näitä kenttiä tahattomasti tai laitteen toimiessa radiolähtettimenä. (Armstrong, 5–7.)

Sähkö- ja magneettikentän voimakkuuden suhdetta (E/H) kutsutaan aaltoimpedanssiksi, ja se määräytyy lähteen ominaisuudesta ja etäisyydestä d . Kaukokentässä,

$d > \lambda/2\pi$, aalto tunnetaan tasoaaltona ja sen impedanssi on yhtä suuri kuin vapaan tilan impedanssi, joka on johdettu Maxwellin aaltoyhtälöistä ja annettu:

$$Z_o = \sqrt{\left(\frac{\mu_o}{\varepsilon_o}\right)} = 120 \pi = 377 \Omega \quad (5)$$

jossa $\mu_o = 4\pi * 10^{-7} \text{ H/m}$ ja $\varepsilon_o = 8.84 * 10^{-12} \text{ F/m}$.

Lähikentässä, $d < \lambda/2\pi$, aaltoimpedanssi määräytyy lähteen ominaisuuksien mukaan. Heikkovirtainen ja suurjännitteinen säteilijä, kuten dipoli, tuottaa pääsääntöisesti sähkökentän, jossa on suurimpedanssi, kun taas suurvirtainen ja pienjännitteinen säteilijä, kuten kehä, tuottaa pääsääntöisesti magneettikentän, jossa on matala impedanssi. Yleisesti, E- ja H-kentät eivät ole samassa vaiheessa ja ne vaimenevat suhteessa $1/d^2$ tai $1/d^3$. Alue lähellä $\lambda/2\pi$ tai noin $1/6$ aallonpituutta on lähi- ja kaukokentän siirtymäalue. (Schaffner, 39.)

3 SÄHKÖMAGNEETTINEN HÄIRIÖ

Kun johdot, kaapelit, liittimet tai muut johtimet altistetaan sähkö-, magneetti- tai sähkömagneettisille kentille, virrat ja jännitteet indusoituvat niihin. Nämä virrat ja jännitteet ovat häiriöitä, jotka saattavat aiheuttaa sähköisiä tai elektronisia muutoksia laitteen toiminnassa. Kun indusoitunut sähköinen häiriö aiheuttaa laitteen toiminnassa suuria muutoksia, sanotaan laitteen kärsivän sähkömagneettisista häiriöistä (EMI). (Armstrong, 5–7.)

3.1 Johtuva häiriönpäästö

Johtuvat radiotaajuiset häiriönpäästöt ovat sähkömagneettisia häiriöitä (häiriöjännitteitä ja -virtoja), jotka syntyvät laitteen sähköisestä tai elektronisesta toiminnasta. Nämä häiriöt johtuvat laitteesta poispäin sen yhdyskaapeleiden (sähkö-, signaali- tai datakaapeleiden) kautta. Johtuvat häiriönpäästöt voivat olla seurausta tiettyyn johtimeen kytkettyjen piirien aktiivisuudesta tai johtuvat häiriöt voivat kytkeytyä johtimeen laitteen sisältä ei-halutuista piireistä yhteisimpedanssin, sähkö-, magneetti- tai sähkömagneettisesta kentän vuoksi. (Armstrong, 6.)

Johtimissa olevat johtuvat häiriöt voivat kytkeytyä johtimen kautta suoraan laitteen toiseen osaan. Häiriöjännitteet ja -virrat voivat myös johtua suoraan toisesta laitteesta, joka on yhdistetty AC-tehonsyöttökaapelilla tai muilla johtimilla, kuten signaali- tai datakaapeleilla. Johtuvat häiriöt säteilevät myös ympäristöön ja syntyneet RF-kentät voivat vaikuttaa myös laitteeseen, jota ei ole suoraan kytketty häiriölähteeseen. Tässä merkityksessä johdin toimii kuten sattumanvarainen lähettävä antenni. (Armstrong, 6, 9.)

3.2 Säteilevä häiriönpäästö

Säteilevä häiriönpäästö syntyy laitteen sisällä olevista sähkömagneettisista kentistä, jotka säteilevät laitteen kaapeleiden tai kotelon kautta laitteesta poispäin. Säteilevä häiriönpäästö voi myös syntyä laitteen sisältä johtuvasta häiriönpäästöstä. Jos laitetta ei ole tarkoitettu lähettämään mitään signaaleja, toisin sanoen toimimaan antennina, luokitellaan säteilevät signaalit häiriöiksi. (Armstrong, 5.)

3.3 Säteilevä häiriönsieto

Kun laitteen johtimet altistetaan radiotaajuisille kentille, radiotaajuiset virrat ja jännitteet kytkeytyvät niihin. Suojatut kaapelit ja liittimet eivät ole ikinä täydellisiä, joten aina kenttä kytkeytyy laitteen sisäiseen johtimeen. Näillä kytkeytyneillä radiotaajuisilla virroilla ja jännitteillä ei ole mitään tekemistä signaalien tai tehon kanssa, joiden pitäisi siirtyä johtimien kautta, joten ne luokitellaan häiriöiksi. (Armstrong, 5.)

3.4 Sähkömagneettinen yhteensopivuus

Sähkölaitteen tulee turvallisuuden, luotettavuuden ja huollettavuuden lisäksi toimia moitteettomasti muiden laitteiden kanssa sille tarkoitetussa käyttöympäristössä. Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) takaa häiriöttömän toiminnan samaan käyttöympäristöön tarkoitetuille laitteille. Sähkömagneettinen yhteensopivuus tarkoittaa sitä, että laite ei saa kohtuuttomasti lähettää ympäristöönsä häiriöitä; toisaalta sen tulee sietää riittävässä määrin muualta tulevia häiriöitä. (Tukes 2011.)

Asunto- ja teollisuusympäristöön on määritelty erilaiset häiriötasot, jotta laitteet voisivat toimia normaalisti keskenään. Laitteen häiriöiksi luetaan kaikki ne sähkömagneettiset ilmiöt, jotka eivät ole laitteen hyötykäyttöön tarkoitettuja. Häiriöt leviävät toisiin laitteisiin joko johtimia pitkin tai säteilemällä. (Tukes 2011.)

Sähkömagneettisen yhteensopivuuden varmistamiseksi jokaisen sähköisen laitteen tulee täyttää EMC-direktiivin mukaisen CE-merkin (kuva 1) vaatimukset. Näiden vaatimusten osoittamiseksi laitteelle suoritetaan tarvittavat EMC-testit. Laitteen läpäistyä tarvittavat EMC-testit valmistaja vakuuttaa laitteen vaatimustenmukaisuusvakuutuksella ja kiinnittää CE-merkin laitteeseen.



KUVA 1. CE-merkki (Tukes 2011)

3.5 Standardit

Opinnäytetyössä tutustuttiin käyttöönotettavien EMC-testien standardeihin, joiden mukaisesti testausmenetelmät asetettiin ohjelmistoon.

CISPR 11 -standardi määrittelee sähkömagneettisten häiriöiden mittausmenetelmät ja raja-arvot teollisuuden, tieteen ja lääketieteen laitteille. Standardista löytyvät laiteluokitukset, joiden mukaan asetetaan raja-arvot testattavan laitteen päästöille.

CISPR 22 -standardi määrittelee radiotaajuisten häiriöiden mittausmenetelmät ja raja-arvot tietotekniikan laitteille.

CISPR 16-2-3 -standardi määrittelee säteilevien häiriöiden päästön ja siedon mittausmenetelmät.

IEC 61000-4-3 -standardi määrittelee sähkömagneettisen yhteensopivuuden testaus- ja mittausmenetelmät säteilevän, radiotaajuisen ja sähkömagneettisen kentän häiriönsietotesteihin.

4 GPIB-VÄYLÄ

GPIB (General Purpose Interface Bus) -väylä on Hewlett Packard:in kehittämä digitaalinen tiedonsiirtoväylä. Väylä kehitettiin 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa ja väylän nimi oli alun perin HP-IB (Hewlett Packard Interface Bus). GPIB-väylä tunnetaan myös IEEE 488 -standardina. (Mikkonen 2002, 7.)

GPIB-väylässä on 24 pinniä, joiden avulla dataa siirretään 8-bitin asynkronisena rinnakkaissiirtona. GPIB-väylä sisältää kahdeksan datalinjaa, viisi väylän hallintalinjaa, kolme tiedonsiirron ohjauslinjaa ja kahdeksan maalinjaa. GPIB-väylän tiedonsiirtonopeus voi maksimissaan olla 1 Mb/s. Jokaisella väylään kytketyllä laitteella on oma GPIB-osoite. Laitteet voivat käyttää osoitteita 1–30. Osoite 0 on varattu GPIB-liitäntäkortille. Tietokone toimii GPIB-väylän kontrolloijana, jonka tehtävä on tarkkailla väylää, sekä osoittaa lähettäjä ja vastaanottaja(t), joiden välillä dataa siirretään. (Mikkonen 2002, 7.)



KUVA 2. GPIB-kaapeli (National Instruments)

5 RADIMATION-TESTAUSOHJELMISTO

RadiMation-testausohjelmiston valmistaja on hollantilainen yritys D.A.R.E!! (Dijkstra, Advice, Research and EMC), joka on perustettu vuonna 1992. RadiMation-testausohjelmiston ensimmäinen versio on julkaistu vuonna 1995. Ohjelmisto on täysin riippumaton testauslaitteistosta, joka helpottaa laitteiden uusimista. Ohjelmistolla pystytään mittamaan useita eri EMC-testejä ja jokaiseen testiin on valittavana erilaisia testausmenetelmiä.

RadiMation-ohjelmistossa käytetty ohjelmointiympäristö on Microsoft Visual Basic 6. Laitaajurit on ohjelmoitu C++ (MINGW C++) -ohjelmointikielellä ja laiteajureiden käyttäjärajapintana on käytetty WxWidgets:iä. RadiMation on yhteensopiva Windows XP:n ja Windows 7 kanssa. RadiMation-testausohjelmisto ohjaa testauslaitteistoa GPIB-väylän (NI 488.2) kautta. (de Rooij 2011.)

RadiMation-testausohjelmistolla voidaan suorittaa seuraavat EMC-testit:

- Säteilevä häiriönpäästö
- Johtuva häiriönpäästö
- Säteilevä häiriönsieto
- Johtuva häiriönsieto
- Sähköstaattisen purkauksen sieto (ESD)
- Nopeiden transienttipurskeiden sieto (EFT/burst)
- Syöksyaallon sieto (surge).

6 OHJELMISTON PERUSASETUKSET

Ohjelmiston käyttöönotto aloitettiin määrittämällä perusasetuksia, kuten käyttäjätietoja, yhteystietoja ja testauslaitteita.

Ohjelmistoon voidaan luoda useita käyttäjiä ja jokaiselle käyttäjälle voidaan luoda oma käyttäjätunnus ja salasana. Eri käyttäjille voidaan antaa eri oikeuksia, esimerkiksi nähdä ja muokata tiettyjä tiedostoja. Ohjelmistoon kirjautuneen käyttäjän nimi näkyy automaattisesti myös suoritetuissa testeissä.

Jokaiselle testille voidaan erikseen määrittää eri muuttujille yksiköt. Muuttujille on olemassa useita eri yksiköitä, joilla tulos voidaan ilmoittaa; haluttu yksikkö näkyy testin suorituksen aikana sekä tulostuu raporttiin tuloksien mukana. Asetuksiin voidaan myös määrittää, kuinka monen numeron tarkkuudella yksikön arvo ilmoitetaan.

Testitasot määritettiin luomalla LLF (Limit line file) -tiedosto. Tiedostoon asetettiin standardin mukaiset raja-arvot, joista piirtyy rajaviiva sallituille häiriötasoille. Rajaviiva havainnollistaa testitasoja testin suorituksen aikana. Jokaisen testin kaikille laiteluokille luodaan omat LLF-tiedostot.

RadiMation-ohjelmiston valikkorakenne on hyvin yksinkertainen eikä turhia valikoita ole. Asetusten määrittäminen on yksinkertaista, mutta asetusten vähäinen määrä toisaalta rajoittaa ohjelmiston ja testien mahdollisuuksia.

6.1 Testauslaitteiden määrittäminen

RadiMation-testausohjelmaan täytyy määrittää käytettävät testauslaitteet. Testauslaitteet määritetään lisäämällä niiden ajurit laiteajurit-listaan. Ohjelmisto tuntee yli 3 000 laitteen ajurit, joiden joukosta useimmat EMC-laboratorion käytössä olevien testauslaitteiden ajurit löytyivät. Laitteajurit voidaan myös tarvittaessa itse konfiguroida, jos kyseessä olevan laitteen ajureita ei ohjelmistosta löydy. Laitteajureiden avulla määritetään esimerkiksi laitteen toiminta-alue ja GPIB-osoite.

Ohjelmistoon voidaan määrittää useita erilaisia testauslaitteistoja. Testauslaitteistot kootaan niistä laitteista, joiden ajurit on määritelty. Testauslaitteistoja voi tehdä useita, esimerkiksi jokaiselle testille ja laitekokoonpanolle omansa. Näin testiä tehdessä

täytyy ainoastaan valita haluttu testauslaitteisto. Testauslaitteiden vaihtaminen ja erilaisten laitekokoonpanojen käyttäminen on kätevää.

Ohjelmistossa on jokaiselle laitetyypille virtuaalinen laiteajuri. Valitsemalla jokaiselle laitetyypille virtuaalinen laiteajuri voidaan muodostaa virtuaalinen testauslaitteisto. Virtuaalista testauslaitteistoa käytettiin varsinkin ohjelmiston käyttöönoton alkuvaiheessa. Testin asetusten määrittäminen on helpompaa ja nopeampaa virtuaalisilla laitteilla kuin varsinaisilla testauslaitteilla.

Kalibroiduille testauslaitteille on kalibroitiraporteissa annettu korjauskertoimet, jotka tulee syöttää ohjelmaan ja asettaa oikean laitteen tietoihin. Korjauskertoimien avulla varmistetaan mittauksen tarkkuus. Eri korjauskertoimille luodaan aina oma tiedosto, joten eri vuosien kalibroitikertoimet voidaan säilyttää ohjelmiston tiedostoissa.

6.2 Asiakastietokannan luominen

RadiMation-testausohjelmistoon saadaan tuotua asiakasyritysten yhteystiedot sekä testauslaitteet suoraan tietokannasta. EMC-laboratoriolla on Microsoft Excel -tiedostomuodossa oleva asiakaslista, jota päätettiin hyödyntää muuttamalla se tietokannaksi. Myös testauslaitteista voidaan luoda vastaava tietokanta, mutta tässä tapauksessa testauslaitteet asetettiin ohjelmistoon manuaalisesti.

Tietokanta voidaan tuoda ohjelmistoon esimerkiksi seuraavissa formaateissa:

- Act!!
- dBase
- Microsoft Outlook
- Microsoft Access
- ODBC.

Aluksi tietokanta yritettiin tuoda dBase 5.0 -tiedostomuodossa ohjelmistoon, mutta jostain syystä ohjelmisto ei hakenut asiakkaiden yhteystietoja tietokannasta. Tämä ongelma välitettiin valmistajan tukihenkilölle, joka ongelmaa selvitettyään pyysi kokeilemaan tietokantaa MS Access -muotoisena. Asiakaslista oli helppo kääntää Excel-tiedostosta Access-tietokannaksi, mutta ongelmana tässä tietokannassa oli, ettei ohjelmisto tukenut uusinta Access 2007 -tiedostomuotoa (.accdb). Ongelma ratkesi, kun tietokannan tallensi vanhempaan tiedostomuotoon (.mdb) ja sen jälkeen käänsi asiakaslistan tietokannaksi.

Tietokannan avulla asiakasyrityksen yhteystiedot saadaan haettua suoraan ohjelmistosta. Näin asiakkaan yhteystiedot siirtyvät myös suoraan testausraporttiin eikä niitä tarvitse erikseen kirjoittaa. Tietokannan avulla vältetään asiakastietojen virheitä ja nopeutetaan testausinsinöörin työtä.

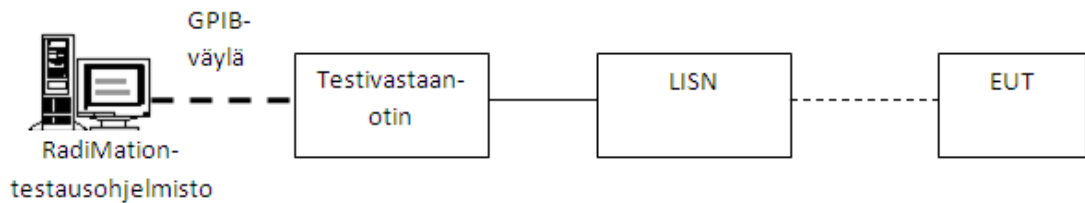
6.3 Testattavan laitteen luominen

Testaus aloitetaan aina luomalla testattava laite (EUT) tai hakemalla jo luotu laite hakemistosta. Testattavalle laitteelle voidaan asettaa paljon erilaisia perustietoja. Tiedot voidaan asettaa valmiisiin tietokenttiin tai itse luotuihin uusiin tietokenttiin. Testauksen ja raportoinnin kannalta oleelliset tiedot tulisi asettaa testattavan laitteen tietoihin, jotta tiedot olisivat tulostettavissa suoraan raporttiin.

Testattavalle laitteelle voidaan tehdä tarvittavat testit. Testit näkyvät ohjelmiston EUT-välilehdessä, ja niitä voi jälkikäteen tarkastella ja kommentoida. EUT-välilehteen voidaan lisätä tai poistaa testien tietosarakkeita otsikkopalkista hiiren oikealla näppäimellä.

7 JOHTUVA HÄIRIÖNPÄÄSTÖ

Johtuvan häiriönpäästön testissä mitataan laitteen tuottamaa häiriötä sen tehonsyöttökaapelista. Laitteen tehonsyöttökaapeli kytketään keinoverkkoon (LISN), joka näyttää testattavalle laitteelle 50 ohm/50 μ H sähköverkolta. Keinoverkko stabilisoi verkon impedanssin, jolla varmistetaan mittauksen toistettavuus. Johtuvan häiriönpäästön testi suoritetaan yleisimmin taajuualueella 150 kHz–30 MHz. Testiasetus nähdään kuviossa 2.



KUVIO 2. Johtuvan häiriönpäästön testiasetus

Johtuvan häiriönpäästön testissä ei käytetä erillistä esivahvistinta, vaan tarvittaessa voidaan käyttää testivastaanottimen sisäistä vahvistinta.

7.1 Ohjelmiston testausmenetelmät

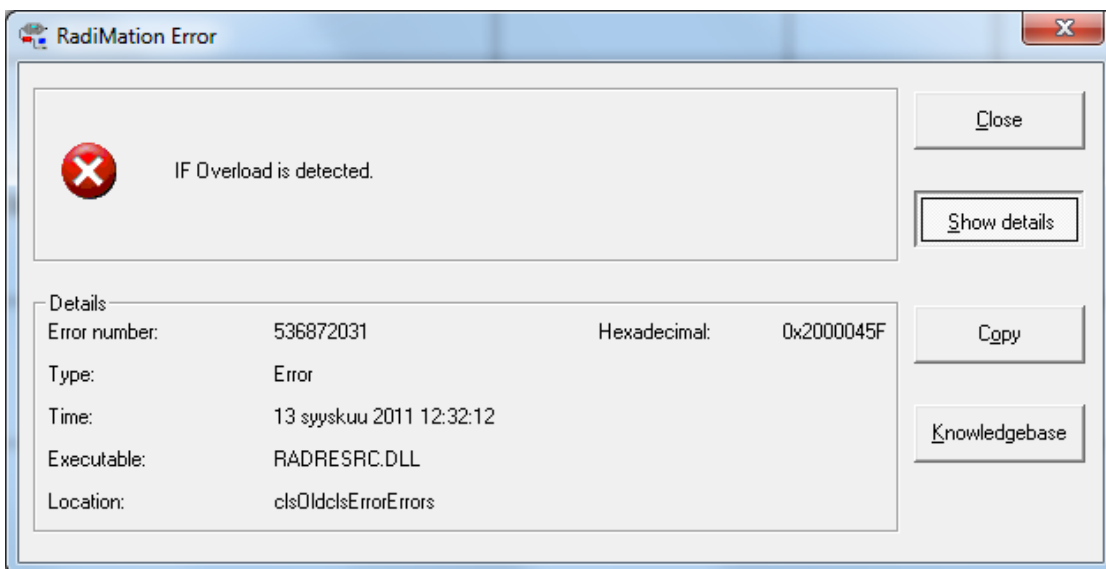
Johtuvan häiriönpäästön testi voidaan suorittaa usealla eri tavalla: automaattisesti, manuaalisesti tai monikaistatestiä (multiband) käyttäen. Testi voidaan suorittaa myös suurtaajuusvirtapihtien avulla.

Automaattinen testi suorittaa testin ja mittaa piikkien arvot automaattisesti. Testi on kaikista nopein ja helpoin tapa saada johtuva häiriönpäästö testattua. Multiband-testi suorittaa pyyhkäisyt automaattisesti, minkä jälkeen piikit mitataan manuaalisesti. Tarvittaessa testi voidaan myös suorittaa uudelleen manuaalisesti. Täysin manuaalinen testi tehdään alusta asti itse. Manuaalinen testi vaatii erityistä tarkkuutta, jotta testi suoritetaan oikein, mutta sillä saadaan tehtyä hyvin yksilöllinen testi. Näistä kolmesta vaihtoehdosta monipuolisin on Multiband-testi, jossa saa automaattisen pyyhkäisyn jälkeen manuaalisesti valita halutut piikit finaalmittaukseen.

7.2 Ongelmat

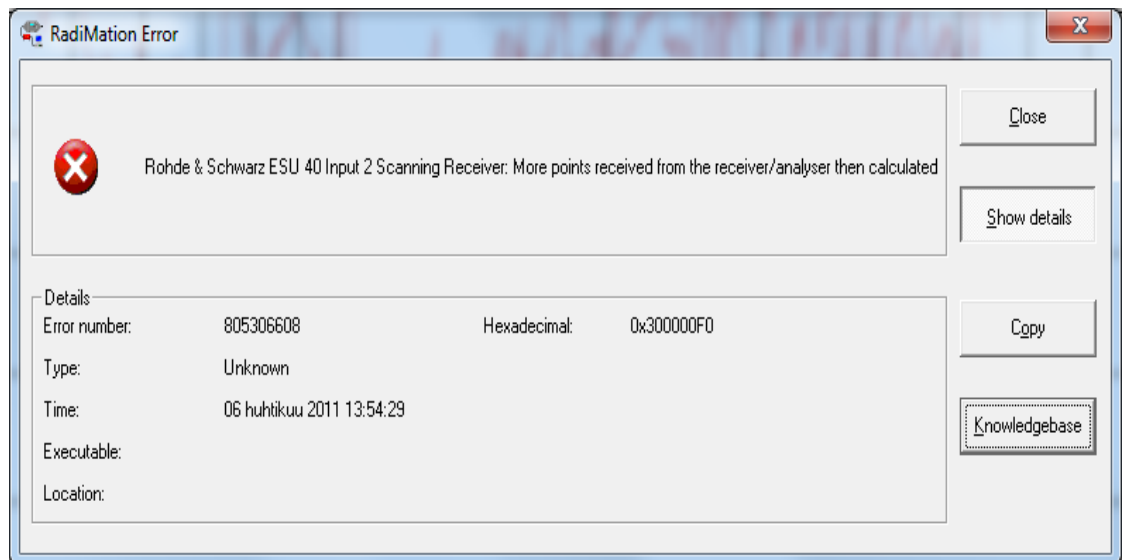
Automaattisessa testissä tuli aluksi ongelmia keinoverkon ja ohjelmiston yhteyden välillä. Ohjelmisto ei ohjannut keinoverkkoa finaalityössä niin kuin kuuluisi, eli nollan (N) ja vaiheen (L1) välistä vaihtelua ei tapahtunut ollenkaan. Tästä ongelmasta ilmoitettiin valmistajalle, joka korjasi ongelman ohjelmiston seuraavassa versiossa.

Multiband-testi ei myöskään toiminut halutulla tavalla. Testin suorittamisen alussa tuli virheilmoitus "IF Overload" (kuva 3), joka lopetti testin suorittamisen. Virheilmoitus ilmoitti testivastaanottimelle tulevasta kovasta häiriötasosta, joka pahimmillaan voi rikkoa testivastaanottimen. Ratkaisuna nostettiin testivastaanottimen sisäistä vaimennusta, jotta häiriötasot saatiin pienemmiksi.



KUVA 3. Virheilmoitus "IF overload"

Tämän ongelman ratkettua tilalle tuli toinen virheilmoitus (kuva 4). Virheilmoituksesta raportoitiin valmistajalle välittömästi, mutta apu ongelmaan saatiin vasta muutamien kuukausien kuluttua. Samanlainen virhe oli jo aiemmin korjattu, mutta virhe ei jostain syystä poistunut päivitetystä versiosta. Tästä ongelmasta oltiin useaan otteeseen valmistajaan yhteydessä. Viimein ohjelmistosta tuli uusi versio, jossa tämä ongelma oli korjattu eikä virheilmoitusta enää tullut.



KUVA 4. Virheilmoitus "ESU 40 Input 2 Scanning Receiver"

Ohjelmisto päivitettiin aina uusimpaan versioon, vaikkei varsinaista tarvetta päivitykselle olisikaan ollut. Version 5.8.31 päivityksen jälkeen huomattiin, että jokaisessa testissä olevat rajaviivat näkyivät vain 5 MHz:iin asti. Tästä ongelmasta oltiin heti yhteydessä valmistajaan, joka huomasi ongelman syntyneen uuden versiopäivityksen mukana. Seuraavassa versiossa tämä ongelma oli korjattu ja rajaviivat näkyivät koko taajuusalueella.

8 SÄTEILEVÄ HÄIRIÖNPÄÄSTÖ

Säteilevän häiriönpäästön testissä mitataan laitteen päästämää säteilevää häiriötä yleisimmin taajuusalueella 30 MHz–1 GHz, mutta jopa 6 GHz:n asti. Testattava laite asetetaan radiokaiuttomaan huoneeseen, jossa laite kytketään normaalin toimintatilaan ja vastaanottava antenni mittaa laitteelta tulevia häiriöitä halutulla taajuusalueella. Antennin korkeus ja testattavan laitteen alla olevan pöydän asento muuttuvat testin aikana.

8.1 Ohjelmiston testausmenetelmät

RadiMation-testausohjelmistossa on useampi vaihtoehto suorittaa säteilevän häiriönpäästön testi. Testi voidaan ajaa täysin automaattisella radiokaiuttoman huoneen testillä (Anechoic chamber), nopeammalla testiversiolla (Fixed height), monikaista testillä (Multiband) tai manuaalisesti. Myös TEM-kammiolle löytyy oma testimenetelmä (GTEM).

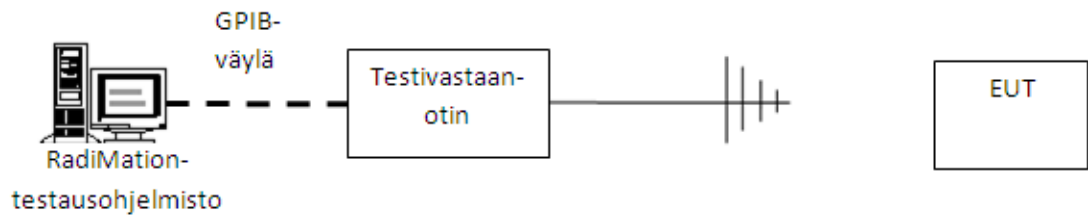
Anechoic chamber -testillä voidaan suorittaa tarkka säteilevän häiriönpäästön testi täysin automaattisesti. Esitestissä mitataan laitteen häiriönpäästöä kaikilla määritellyillä pyörityspöydän asennoilla ja kaikilla antennin korkeuksilla koko taajuusalueella. Häiriönpäästöä mitataan esitestissä PK-ilmaisimella. Esitestin jälkeen voidaan vielä tarvittaessa tarkentaa suurimpien häiriöpiikkien kulmaa ja korkeutta pyörittämällä pöytää ja muuttamalla antennin korkeutta pienillä askelmilla. Tämän jälkeen mitataan häiriöpiikkien lopulliset tulokset QP-ilmaisimella.

Fixed height on Anechoic chamber -testiä nopeampi testimuoto, joka mittaa esitestissä ensin yhdellä antennin korkeudella pyörityspöydän kaikki määritellyt pisteet PK-ilmaisimella. Tämän jälkeen ohjelmisto mittaa uudelleen ne pyörityspöydän pisteet, joilla oli suurimmat häiriöpäästöt, ja mittauksen aikana muuttaa antennin korkeutta löytääkseen suurimman häiriönpäästön. Suurimmista PK-ilmaisimella mitatuista häiriöpiikeistä mitataan vielä lopullinen tulos QP-ilmaisimella.

Monikaistatesti-menetelmä on säteilevän häiriönpäästön testissä hyvin samankaltainen kuin johtuvan häiriönpäästön testissä. Esitestin ohjelmisto ajaa automaattisesti asetusten mukaisesti, mutta finaalistesti käynnistetään manuaalisesti ja siihen voi valita haluamansa häiriöpiikit. Monikaistatestissä voidaan pyörittää pöytää jatkuvasti ja

mitata samalla, kun muissa automaattisissa testeissä se ei ole mahdollista. Tämä nopeuttaa huomattavasti esitestin suorittamista.

Säteilevän häiriönpäästön testi voidaan tehdä myös manuaalisesti. Tässä testissä suoritetaan itse testauslaitteiston ohjaus sekä mittauksen suoritus. Manuaalista testiä suorittaessa tulee tietää tarkasti testin suoritustapa, jotta saadaan oikeat mittaustulokset.



KUVIO 3. Säteilävän häiriönpäästön testiasetelma

8.2 Ongelmat

Säteilevän häiriönpäästön mittauksen käyttöönotto oli huomattavasti monimutkaisempi kuin johtuvan häiriönpäästön testin käyttöönotto. Testin suorittaminen RadiMation-ohjelmistolla on erilainen kuin ES-K1 -ohjelmistolla, jonka vuoksi testin konfigurointiin kului huomattavasti enemmän aikaa.

Säteilevän häiriönpäästön testissä oli muutamia samoja ongelmia kuin johtuvan häiriönpäästön testissä. Molemmissa testeissä oli sama raja-arvo ongelma, joka korjaantui versiopäivityksellä. Myös monikaistaisessa testissä tuli samat virhe-ilmoitukset kuin johtuvan häiriönpäästön testeissä (kuvat 3 ja 4). Myös nämä virheet korjaantui-
vat ohjelmiston versiopäivityksellä.

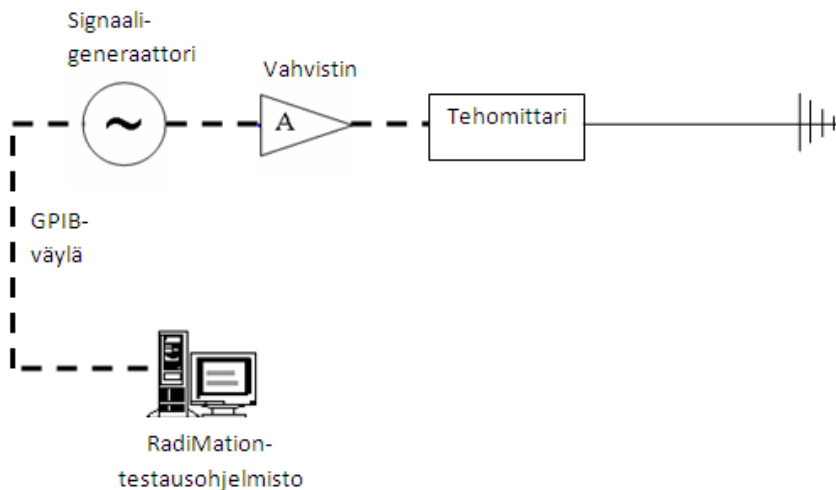
Suurin haaste säteilävän häiriönpäästön testissä oli finaalityestien suorittaminen vastaavalla tarkkuudella ja nopeudella kuin ES-K1 -ohjelmistolla. RadiMation-ohjelmiston testiasetukset ovat huomattavasti suppeammat, joten finaalityesti täytyi suorittaa hie-
man eri asetuksilla kuin ES-K1 -ohjelmistolla. Tarkkaa vaatimusta finaalityestien suorittamiseen ei standardissa ole määritetty, joten asetusten mahdollinen muuttaminen jää EMC-laboratorion testausinsinöörien päätettäväksi.

9 SÄTEILEVÄ HÄIRIÖNSIETO

Säteilevän häiriönsiedon testissä radiokaiuttomaan huoneeseen syötetään radiotaajuista kenttää, josta testattava laite ei saisi häiriintyä. Syötettävä kenttä tuotetaan signaaligeneraattorilla ja sitä vahvistetaan vahvistimilla. Säteilevän häiriönsiedon testi voidaan mitata, testattavasta laitteesta riippuen, eri kentänvoimakkuuksilla, joka on yleisimmin 3 V/m tai 10 V/m. Mittaus suoritetaan yleisimmin taajuusalueella 80 MHz – 2,7 GHz.

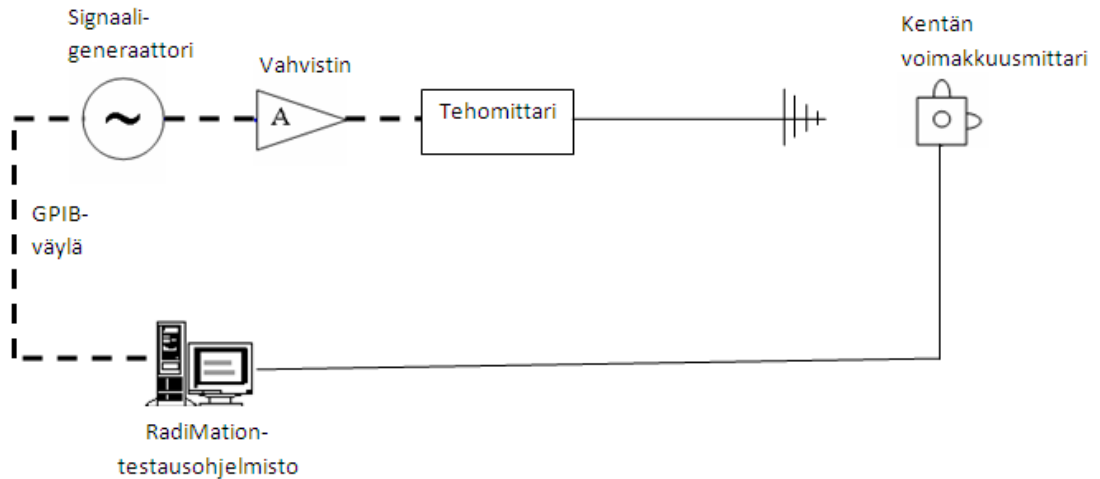
9.1 Ohjelmiston testausmenetelmät

Säteilevän häiriönsiedon testi voidaan suorittaa erilaisilla menetelmillä. EMC-laboratorion laitteille sopivin testausmenetelmä on sijoitusmenetelmä (substitution) (kuvio 4). Tässä menetelmässä halutun sähkömagneettisen kentän luomiseen ei tarvita kentän voimakkuusmittaria, mutta testin suorittamista varten tulee suorittaa radiokaiuttoman huoneen kalibrointi.



KUVIO 4. Substitution-menetelmän testiasetus

Ohjelmistossa on myös Fixed field -testausmenetelmä (kuvio 5), jota varten kalibrointi ei tarvitse suorittaa. Tähän menetelmään täytyy käyttää kentän voimakkuusmittaria, joka mittaa kentänvoimakkuutta radiokaiuttomassa huoneessa jatkuvasti. Tätä menetelmää käytettiin alussa, jotta saatiin laitteet ohjautumaan halutulla tavalla ja haluttu kenttä tuotettua.



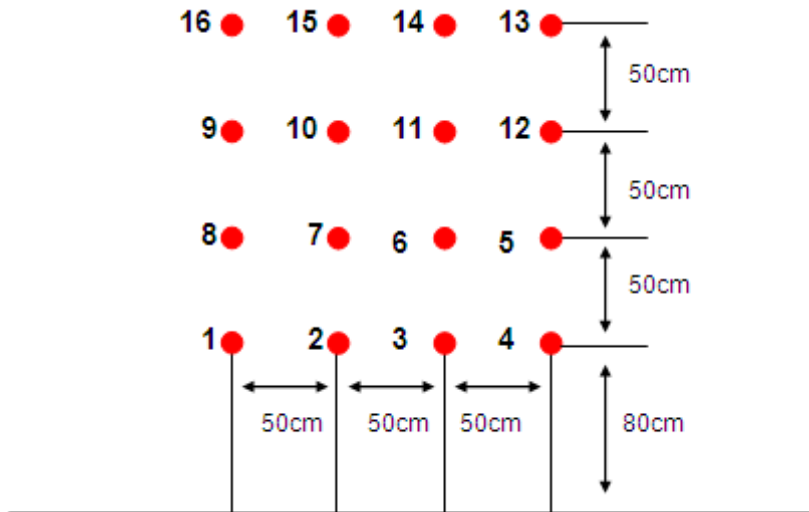
KUVIO 5. Fixed field -menetelmän testiasetus

9.2 Ongelmat

Ensimmäinen ongelma säteilevän häiriönsiedon testissä tuli 16 pisteen kalibroinnin tulosten tuonnissa. RadiMation-ohjelmistossa on työkalu, jonka avulla voi tuoda kalibroititiedostoja. Siksi aiemmin suoritettujen kalibroinnin tulokset päätettiin tuoda ohjelmistoon suoraan aiemmasta testausohjelmistosta. Kalibroitituloksien tuonti ei kuitenkaan onnistunut, koska työkalulla voi tuoda vain tiettyjä tiedostomuotoja (.CAL). Tästä tehtiin ilmoitus valmistajalle, joka lupasi lisätä myös muiden tiedostomuotojen, kuten tekstitiedostojen (.txt) tuontimahdollisuuden. Päivitystä ei ohjelmistoon kuitenkaan lähiaikoina tullut, joten 16 pisteen kalibrointi suoritettiin RadiMation-ohjelmistolla uudelleen.

9.3 16 pisteen kalibrointi

Substitution-menetelmää varten tuli suorittaa radiokaiuttoman huoneen kalibrointi eli FU (Field Uniformity) -mittaus, joka on määritelty standardissa IEC 61000-4-3. Kalibroinnin tarkoituksena on varmistaa, että huoneeseen syötetty kenttä on homogeeninen 1,5 m x 1,5 m alueella 80 cm:n korkeudella lattiasta. Kalibrointi suoritetaan 16 pisteestä, jotka ovat 4 x 4 matriisissa (kuvio 6). Jokaisesta pisteestä mitataan syötetty kenttä, jonka tulee olla 12 pisteessä välillä 0 dB – +6 dB syötetystä kentän voimakkuudesta. Tämä tarkoittaa sitä, että 4 mittauspistettä voidaan jättää huomioimatta lopullisissa tuloksissa.



KUVIO 6. Kalibrointipisteet katsottuna testattavalta laitteelta kohti lähettävää antennia

16 pisteen kalibroinnin jälkeen huomattiin, että kalibroinnin tuottaman kalibrintitiedoston avulla suoritettun testin antama kentänvoimakkuus heilahteli huomattavasti. Tämän vuoksi suoritettiin kalibointi yhdestä pisteestä, jota käytettiin testissä kalibrintitiedostona. Tällä yhden pisteen kalibroinnin avulla suoritettut testit antoivat huomattavasti tasaisemman kentänvoimakkuuden koko taajuusalueella. Tämän vuoksi yhden pisteen kalibointia käytetään jatkossa kalibrintitiedostona Substitution-testausmenetelmässä.

Huone läpäisi FU-mittauksen, joten voidaan todeta, että huoneeseen syötetty kenttä on homogeeninen 1,5 m x 1,5 m alueella. Tämän kalibroinnin läpäisy varmistaa, että radiokaiuton huone on vaatimusten mukainen.

10 RAPORTTIGENERAATTORI

Raporttigeneraattorin käyttöönotto aloitettiin luomalla raporttipohjat jokaiselle testille. Näihin raporttipohjiin syötettiin ohjelmistosta tuotavien tietojen kohdalle kaksi koodisanaa: toinen on testin tunniste ja toinen on RadiMation-manuaalista löytyvä koodisana. Koodisanat tulee asettaa raporttipohjaan seuraavassa muodossa:

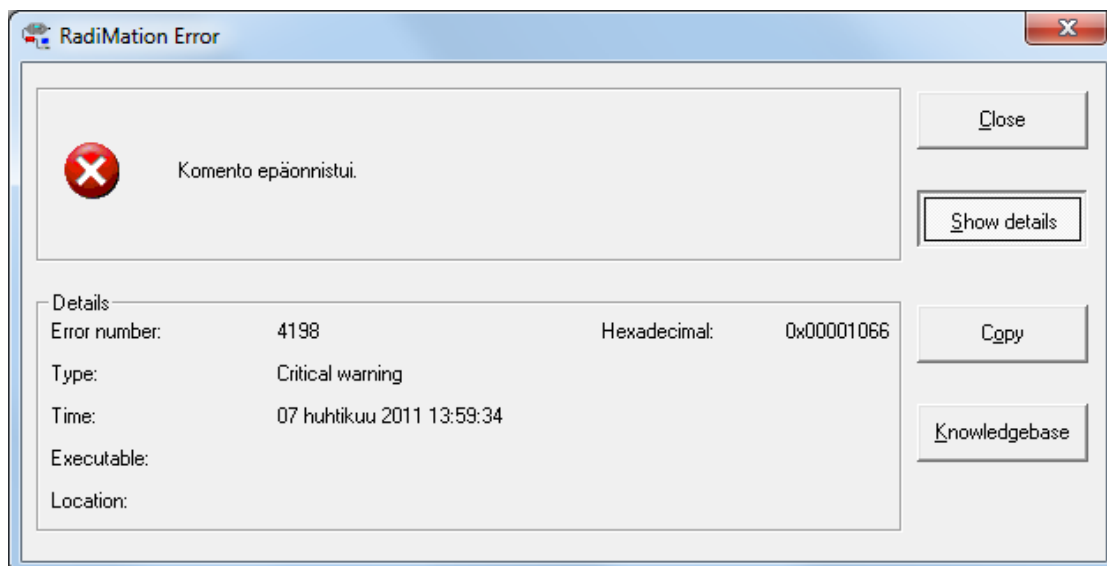
||TESTIN TUNNISTE|MANUAALIN KOODISANA||

Jos halutaan tuoda testattavan laitteen perustietoja, syötetään testin tunnisteeseen tilalle sana EUT. Testin tunnisteeseen voi muuten määrittää itse haluamallaan tavalla, kun kyse on testien tiedoista. Eri tunnisteiden avulla samaan raporttipohjaan voidaan tuoda useamman testin tiedot ja tulokset. RadiMation-manuaaliin on määritetty todella paljon koodisanoja, joiden avulla saa tuotua raporttiin lähes kaiken tiedon, mitä ohjelmistossa on.

Raporttigeneraattorin toiminnassa on pieniä heikkouksia, joita ei ole vielä saatu toimimaan halutulla tavalla. Jotkin raporttiin tuodut tulostaulukot antavat kuvan 5 mukaisen virheilmoituksen. Virheen jälkeen raportin tuottaminen keskeytyy. Virhe aiheutuu, kun esimerkiksi tulostaulukon koodisana ||RE|EMISSION TABLE|| asetetaan valmiiseen taulukkopohjaan (taulukko 1). Jos koodisanat kirjoitetaan raporttiin ilman valmiista taulukkopohjaa, virhettä ei tule. Asiasta on oltu yhteydessä valmistajan tukeen, mutta ongelmaan ei ole löytynyt vielä ratkaisua. Virheilmoituksen syntyä monimutkaistaa se, että taulukon 1 mukainen taulukkopohja on toiminut toisessa raporttipohjassa. Erikoista on myös se, että kaapelitaulukko (taulukko 2), joka tuodaan muotoilultaan täysin samanlaiseen pohjaan, toimii niin kuin pitää. Ilmeisesti virheen syntymiseen vaikuttaa taulukon muotoilu ja/tai taulukon sisältö ja sen suuruus, mutta tarkkaa syytä tai ratkaisua ei ole vielä tiedossa. Tästä syystä taulukon 1 kaltaisten tulostaulukoiden koodisanat on kirjoitettu raporttiin ilman taulukkopohjaa. Valmiissa raportissa nämä taulukot täytyy muotoilla erikseen.

TAULUKKO 1. Emissio-tilin koodisana taulukkopohjassa

RE EMISSION TABLE



KUVA 5. Emissio-aulukosta aiheutunut virheilmoitus

TAULUKKO 2. Kaapelitaulukon koodisana taulukkopohjassa

EUT CABLE TABLE

TAULUKKO 3. Kaapelitaulukko

Description	Port Type	Type Of Cable	Cable Length	Fixing shield	Load at port
USB	Telecommunication	Shielded		Not applicable	
RS232	Telecommunication	Shielded	1 m		

Huomattiin myös, että häiriönpäästön testeissä raporttigeneraattori ei syötä oikeaa arvoa koodisanan STEP FREQUENCY tilalle. Tuotetussa raportissa tähän sarakkeeseen tulee 0 MHz, vaikka tälle taajuudelle on testeissä määritetty 5 kHz tai 60 kHz. Tästä asiasta ilmoitettiin valmistajalle, mutta korjausta tälle ongelmalle ei ole vielä tullut.

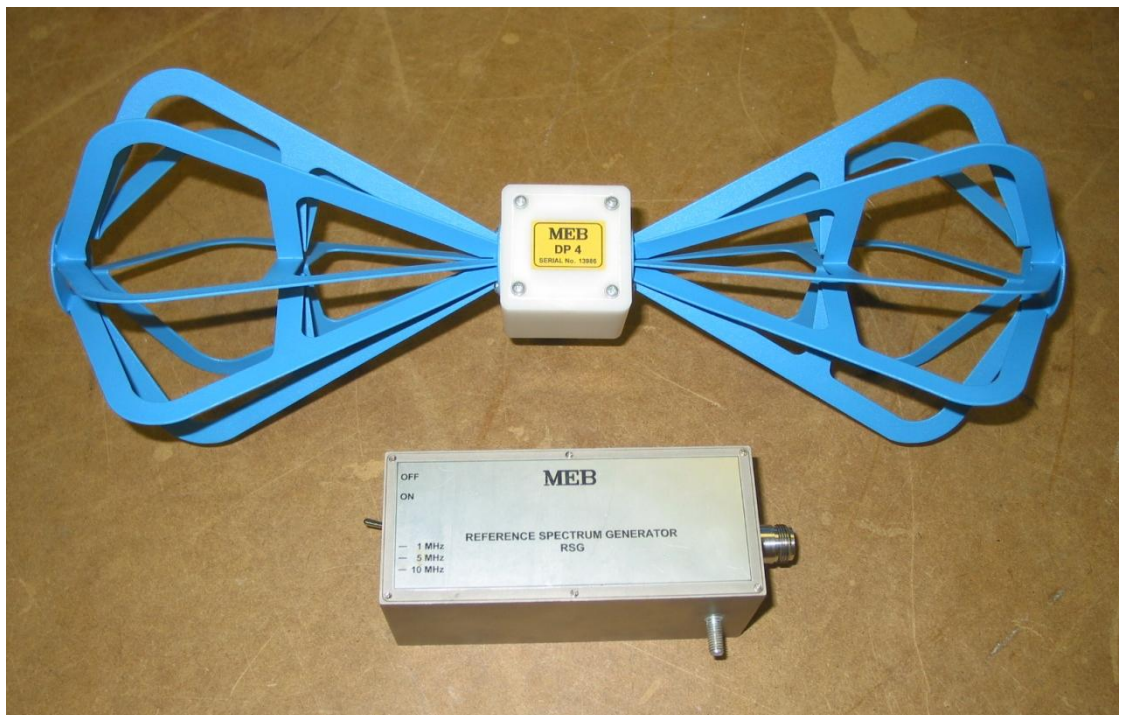
Kun raporttigeneraattori saatiin toimimaan kaikkien testien osalta, luotiin yksi raporttipohja, johon sijoitettiin jokaisen testin koodisanat. Näin testien tiedot saadaan syötettyä valmiiksi lopulliseen testausraporttiin, eikä eri tiedostoja tarvitse yhdistellä. Liitteessä 2 on raporttipohja, josta nähdään käytetyt koodisanat. Liitteessä 3 on ohjelmiston tuottama valmis raportti, josta voi myös nähdä nämä edellä mainitut ongelmat.

11 VERIFIOINTI

Häiriönpäästötestien verifiointi suoritettiin mittaamalla sama testattava laite sekä RadiMation- että ES-K1 -ohjelmistoilla, ja vertailemalla molempien ohjelmistojen antamia mittaustuloksia.

Testattava laite oli referenssisäteilijä MEB VSQ 2 (kuva 6), joka koostuu kahdesta osasta:

- Referenssi spektrigeneraattori (RSG)
- Antenni DP4.



KUVA 6. MEB VSQ 2

Säteilevän häiriönsiedon testi verifioitiin kentänvoimakkuusmittarilla AR FL7006 (kuva 7). Huoneeseen tuotettua kenttää mitattiin kentänvoimakkuusmittarilla ja verrattiin haluttuun kentänvoimakkuuteen.

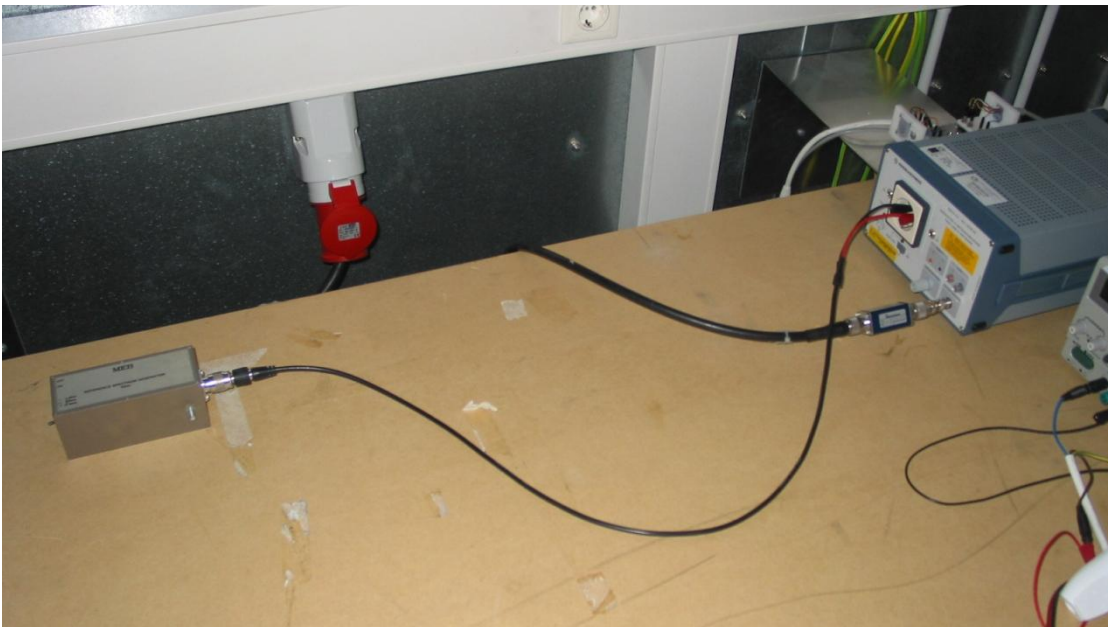
Kaikkien testien mittaustulokset löytyvät verifiointiraportista (liite 1).



KUVA 7. AR FL7006

11.1 Johtuva häiriöpäästö

Molemmilla ohjelmistoilla mitattiin vuoronperään samaa testattavaa laitetta (MEB RSG) samalla testiasetelmalla (kuva 8). Testattava laite asetettiin tuottamaan häiriötä 1 MHz:n välein taajuualueella 1 MHz–30 MHz.

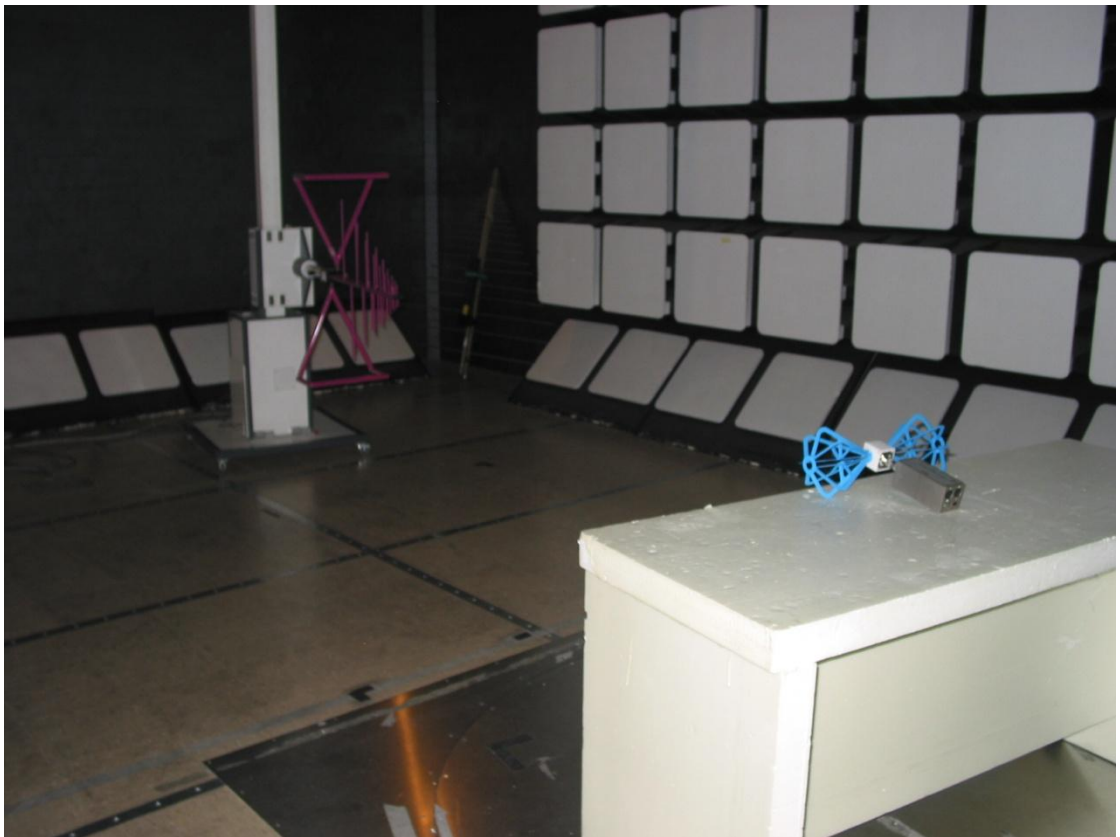


KUVA 8. Johtuvan häiriöpäästön verifiointimittauksen testiasetelma

Mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että RadiMation-testausohjelmisto mittaa standardin vaatimusten mukaisesti ja johtuvan häiriönpäästön mittaustuloksia voidaan pitää luotettavina.

11.2 Säteilevä häiriönpäästö

Säteilevän häiriönpäästön testin verifiointi suoritettiin RadiMation- ja ES-K1 -ohjelmistoilla. Testattava laite (MEB VSQ 2) asetettiin säteilemään häiriötä 10 MHz:n välein taajuusalueella 30 MHz–1 GHz. Testi suoritettiin radiokaiuttomassa huoneessa. Kuvassa 9 nähdään säteilevän häiriönpäästön verifiointin testiasetelma.



KUVA 9. Säteilevän häiriönpäästön verifiointimittauksen testiasetelma

Säteilevän häiriönpäästön verifiointimittaus suoritettiin standardin mukaisilla testiase-
tuksilla molemmilla ohjelmistoilla. Tulosten perusteella voidaan todeta, että RadiMation-testausohjelmisto mittaa standardin vaatimusten mukaisesti ja säteilevän häiriönpäästön testaustuloksia voidaan pitää luotettavina.

11.3 Säteilevä häiriönsieto

Säteilevän häiriönsiedon testin verifiointi suoritettiin taajuusalueella 80 MHz–2,7 GHz kentänvoimakkuuksilla 3 V/m ja 10 V/m. Testi suoritettiin radiokaiuttomassa huoneessa. Kuvassa 10 nähdään säteilevän häiriönsiedon verifiointin testiasetelma.



KUVA 10. Säteilevän häiriönsiedon verifiointimittauksen testiasetelma

Säteilevän häiriönsiedon verifiointitesti suoritettiin standardin mukaisilla testiasetuksilla, lukuun ottamatta modulaatiota. Verifiointi suoritettiin ei-moduloidulla signaalilla, jotta kentänvoimakkuusmittari saa mitattua tuotetun kentän tarkemmin. Varsinainen testi suoritetaan yleensä moduloidulla signaalilla.

Mittaustulosten perusteella säteilevän häiriön siedon testissä tuotettua kenttää voidaan pitää vakaana ja luotettavana. Suurin poikkeama halutusta signaalitasosta oli 3 V/m kentänvoimakkuudella $\pm 0,4$ V/m koko taajuusalueella ja 10 V/m kentänvoimakkuudella $\pm 1,3$ V/m taajuusalueella 80 MHz–1 GHz. Taajuusalueella 1 GHz–2,7 GHz testi suoritetaan yleisimmin maksimissaan kentänvoimakkuudella 3 V/m. Tarkemmat mittaustulokset löytyvät liitteestä 1.

12 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli ottaa käyttöön säteilevän häiriönpäästön, johtuvan häiriönpäästön ja säteilevän häiriönsiedon testit RadiMation-testausohjelmistolla. Työhön sisältyi myös raporttigeneraattorin käyttöönotto näihin testeihin.

Työssä saatiin otettua käyttöön säteilevän häiriönpäästön, johtuvan häiriönpäästön ja säteilevän häiriönsiedon testit. Verifiointimittauksilla varmistettiin mittaustulosten luotettavuus, joten testejä voi jatkossa käyttää asiakastestauksessa. Säteilevän häiriönpäästön finaalityestien asetusvaihtoehtoja on vähemmän RadiMation-ohjelmistossa kuin aiemmassa ohjelmistossa. Tästä syystä testausinsinöörien päätettäväksi jää, tarvitseeko asetuksia vielä hienosäätää. Kuitenkaan näiden asetusten muuttaminen ei ole välttämätöntä, koska verifiointimittausten tulosten perusteella kaikkien testien tuloksia voidaan pitää luotettavina.

Raporttigeneraattorilla voidaan luoda raportit näille kolmelle testille. Raporttigeneraattorin luomia raportteja täytyy vielä muokata manuaalisesti taulukko-ongelman ja STEP FREQUENCY -koodisanan virheellisen toiminnan vuoksi. Nämä ongelmat jäävät vielä toistaiseksi ratkaisematta, mutta niistä on ilmoitettu valmistajan tukihenkilölle, ja ongelmien pitäisi olla korjattu ohjelmiston tulevassa versiossa.

Tulevaisuudessa olisi mahdollisuus ottaa käyttöön muut RadiMation-testausohjelmistolla suoritettavat EMC-testit. Tämä optio nopeuttaisi raportin kirjoittamista, kun raporttigeneraattorilla saataisiin tuotettua usean testin raportit automaattisesti.

LÄHTEET

Armstrong, K. *A Practical Guide for EN 55022 and EN 55011. Measuring Radiated Emissions* [verkkojulkaisu]. REO UK LTD [viitattu 18.5.2011]. Saatavissa: http://www.reo.co.uk/files/handbook_7_-_55022_and_11.pdf.

Armstrong, K. *A Practical Guide for EN 55022 and EN 55011. Testing Conducted Emissions* [verkkojulkaisu]. REO UK LTD [viitattu 18.5.2011]. Saatavissa: http://www.reo.co.uk/files/handbook_no_8_copy.pdf.

Armstrong, K. *A Practical Guide for EN 61000-4-3. Immunity to radiated radio frequencies* [verkkojulkaisu]. REO UK LTD [viitattu 19.5.2011]. Saatavissa: http://www.reo.co.uk/files/handbook_en61000-4-3_immunity_to_radiated_rfi.pdf.

CISPR 11:2003+A1:2004(E). *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*. Edition 4.1 2004. Geneva: International Electrotechnical Commission.

CISPR 16-2-3:2006. *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*. Second edition 2006. Geneva: International Electrotechnical Commission.

CISPR 22:2005+A1:2005+A2:2006. *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*. Edition 5.2 2006. Geneva: International Electrotechnical Commission.

IEC 61000 – 4 – 3:2006(E). *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4 – 3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*. Third edition. Geneva: International Electrotechnical Commission.

D.A.R.E.!! 2011. *RadiMation Manual 5.8.33*.

de Rooij, J. RadiMation customer database from dBase 5.0 [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Elina Jaatinen. Lähetetty 25.3.2011 [viitattu 4.5.2011].

Mikkonen, T. 2002. *Taajuusvasteen mittausjärjestelmän suunnittelu ja toteutus* [verkkojulkaisu]. Kajaanin ammattikorkeakoulu, tietotekniikka. Opinnäytetyö. [viitattu 12.5.2011] Saatavissa:

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12917/tti4sterhom.pdf?sequence=1>.

National Instruments. GPIB [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.1.2012] Saatavissa: <http://www.ni.com/gpib/>.

Räisänen, A & Lehto, A. 2011. *Radiotekniikan perusteet*. Helsinki: Otatieto.

Schaffner. *RF Emission Testing. A handy guide* [PDF-dokumentti]. [viitattu 18.10.2011] Saatavissa:

http://www.astat.com.pl/download.php?file=pliki/schaffner_katalog_emission_gb.pdf.

Tukes. 2011. *Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC)* [verkkojulkaisu]. [viitattu 17.11.2011] Saatavissa:

<http://tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/EMC/>.

Tukes. 2011. *CE-merkintä* [verkkojulkaisu]. [viitattu 12.12.2011] Saatavissa:

<http://tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Ohjeita-ja-vaatimuksia-yrittajille/CE-merkki/>.

Williams, T. 2001. *EMC for Product Designer*. Third edition. Oxford: Newnes.



SAVONIA

Savonia University of Applied Sciences
www.savonia.fi

Liite 1

1(27)

Verification report

30 January 2012

RadiMation test software

**SAVONIA**Savonia University of Applied Sciences
www.savonia.fi

Document number: 0032031002A

30-Jan-12

Verification report

*January 30, 2012**RadiMation test software*

Document number: 0032031002A

Name of the site: Savonia University of Applied sciences, EMC laboratory
Technopolis, Kuopio

Address: P.O.Box 6 (Microkatu 1 C), 70201 Kuopio

Client : Savonia University of Applied Sciences

Performed verification: RadiMation test software

Tested and
reported by:

Elina Jaatinen,
Project worker

Checked by:

Matti Tiusanen,
Technical Manager

These test results are valid for the tested unit only. This report shall not be reproduced, except in full, without a written permission of Savonia University of Applied Sciences, EMC laboratory



Contents

1 Date and place of measurements	5
2 Description of the test site	5
2.1 Radiated emissions	5
2.2 Conducted emissions	5
2.3 Radiated immunity	5
3 Measurement methods	6
3.1 Radiated emissions	6
3.2 Conducted emissions	8
3.3 Radiated immunity	9
4 Measurement results.....	11
4.1 Radiated emissions	11
4.1.1 Measurement results of ES-K1	11
4.1.2 Measurement results of RadiMation.....	12
4.2 Conducted emissions	13
4.2.1 Measurement results of ES-K1	14
4.2.2 Measurement results of RadiMation	16
4.3 Radiated immunity	17
5 Photographs.....	24
5.1 Radiated emissions	24
5.2 Conducted emissions	25
5.3 Radiated immunity	26
6 Literature	27



1 Date and place of measurements

The measurements were carried out:

By: Elina Jaatinen

Date: 17-Oct-11, 29-Dec-11, 16-Jan-12

At: Savonia University of Applied Sciences, EMC laboratory
Microkatu 1 C
P.O. Box 6
70201 Kuopio
Finland

2 Description of the test site

2.1 Radiated emissions

- Chamber type: Semi anechoic chamber
- Dimensions: 9.0 m x 6.0 m x 5.9 m (l x w x h)
- Absorbers: Walls & ceiling fully covered with ferrite tiles & partially covered with TDK IP-045C absorbers.

Antenna mast for radiated emissions measurement is HD Deisel GmbH model MA 240 (1.0 m to 4.0 m scan range).

Turntable is HD Deisel GmbH, 2.0 m diameter.

2.2 Conducted emissions

- Chamber type: Shielded chamber
- Dimensions: 6.3 m x 4.4 m (l x w)

2.3 Radiated immunity

- Chamber type: Semi anechoic chamber
- Dimensions: 9.0 m x 6.0 m x 5.9 m (l x w x h)
- Absorbers: Walls & ceiling fully covered with ferrite tiles & partially covered with TDK IP-045C absorbers. Floors partially covered with TDK IS-o8oS absorbers.

Antenna mast for radiated immunity measurement is a mast made by Savonia with height of 1.55 m.

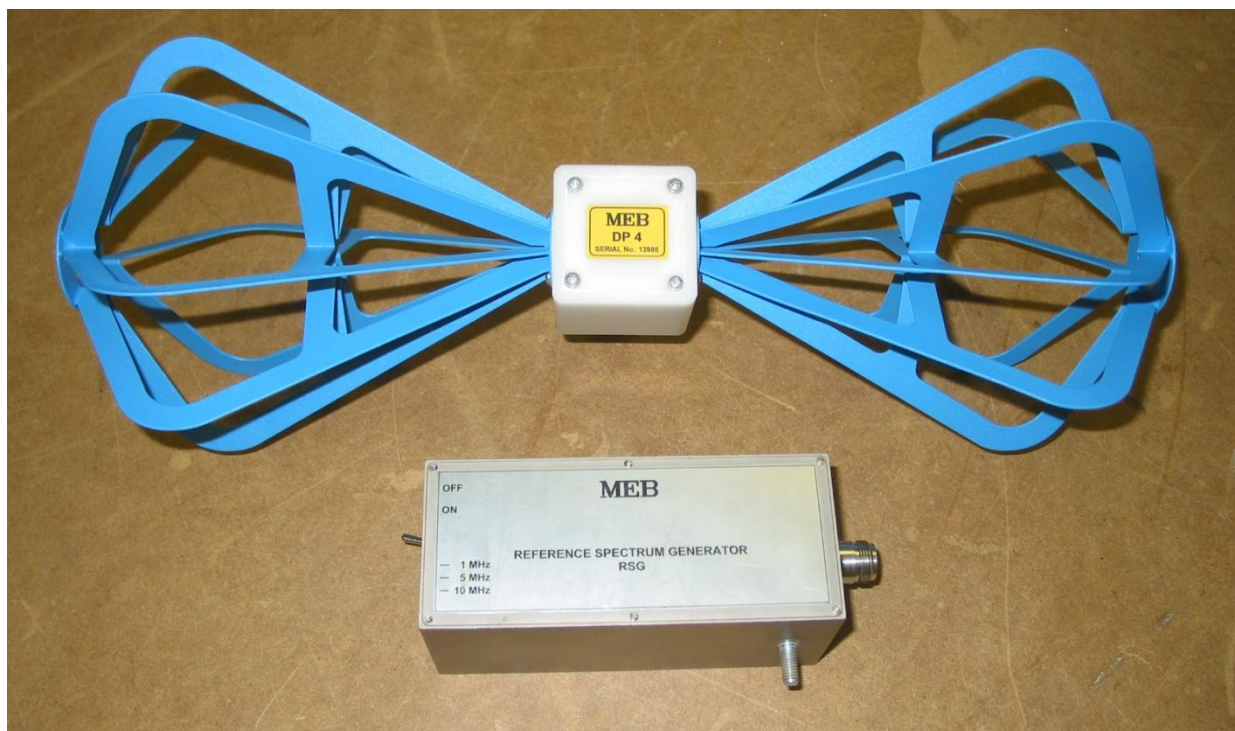
Turntable is HD Deisel GmbH, 2.0 m diameter.

3 Measurement methods

3.1 Radiated emissions

EUT (Equipment Under Test) was Reference Radiation Source VSQ 2 (picture 1) which consists of two parts:

- Reference Spectrum Generator RSG
- Antenna DP4



Picture 3.1. MEB VSQ 2

Frequency spectrum of radiation was selected to 10 MHz. The RSG power source was 4 x NiMH (1.2 V, 1200 mAh, Mignon) accu-batteries.

The measurements were done in accordance with CISPR 11/22 in the frequency range from 30 MHz to 1 GHz.

The measurements were done with settings specified in Table 3.1. The external attenuator ATT12 (10 dB) was used because of high signal level.



Table 3.1 Measurement settings of radiated emissions test

Start Frequency	Stop Frequency	Step Frequency	IF BW	Pre Amplifier	External Attenuator	Time
30.0 MHz	1.0 GHz	60 kHz	120 kHz	20 dB	10 dB	1.0 s

Verification measurement with ES-K1 was done with following specifications:**Preliminary measurements with a peak detector**

Turntable position: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°

Antenna position: 1.0 m and 3.0 m

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Final measurements with a quasi-peak detector

Turntable position: 0° to 360° resolution of a 1°

Antenna position: 1.0 m to 4.0 m resolution of a 1 cm

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Verification measurement with RadiMation was done with following specifications:**Preliminary measurements with a peak detector**

Turntable position: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°

Antenna position: 1.0 m, 2.0 m and 3.0 m

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Final measurements with a quasi-peak detector

Turntable position: 0° to 360° resolution of a 5°

Antenna position: 1.0 m to 3.5 m resolution of a 5 cm

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Table 3.2 Measurement equipment of radiated emissions test

Pos.	Equipment	Type	Valid Calibration Certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
2.1	Antenna	CBL 6141	C17683A	Chase	4024
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.1	System Interface	SI-300	NA		NA
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.34	NA	D.A.R.E	NA

3.2 Conducted emissions

The EUT was Reference Spectrum Generator RSG (picture 3.2) which frequency spectrum selected to 1 MHz. RSG power source was 4 x NiMH (1.2 V, 1200 mAh, Mignon) accu-batteries.



Picture 3.2. MEB RSG

The measurements were done in accordance with CISPR 11/22 in the frequency range from 1 MHz to 30 MHz.

The measurements were done with settings specified in Table 3.3.

Table 3.3 Measurement settings of conducted emissions test

Start Frequency	Stop Frequency	Step Frequency	IF BW	Pre Amplifier	Time
1.0 MHz	30.0 MHz	5.0 kHz	9 kHz	0 dB	1.0 s

Table 3.4 Measurement equipment of conducted emissions test

Pos.	Equipment	Type	Valid Calibration Certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
3.1	Line Impedance Stabilization Network	ESH3-Z5	C17769A	Rohde&Schwarz	848773/007
3.2	Pulse Limiter	ESH3-Z2	NA	Rohde&Schwarz	0357.8810.54
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.33	NA	D.A.R.E	NA

3.3 Radiated immunity

Before performing the verification measurement, calibration of semi-anechoic chamber (field uniformity measurement) was done. The field uniformity measurements were performed at 27.12.2011 and 28.12.2011 in accordance with IEC 61000-4-3.

There was no EUT in verification measurement of radiated immunity test. The verification was performed with a field probe AR FL7006 in frequency range of 80 MHz to 2.7 GHz.



Picture 3.3. AR FL7006

The verification measurement was done with settings specified in Table 3.5.



Table 3.5 Measurement settings of radiated immunity test

Start Frequency	Stop Frequency	Test Level
80 MHz	2.7 GHz	3 V/m and 10 V/m

Table 3.6 Test equipment of radiated immunity test

Pos.	Equipment	Type	Valid Calibration Certificate	Manufacturer	Serial Number
4.2	Signal Generator	SMT o6	C22818A	Rohde&Schwarz	100663
2.4	Log Periodic Antenna	LPDA o803	C17686A	TDK	060701
4.7	RF Amplifier	150A220	NA	Amplifier Research	26399
4.8	RF Amplifier	100W1000M1	NA	Amplifier Research	24563
4.9	RF Amplifier	50S1G4AM1	NA	Amplifier Research	
4.3	Power Meter	NRVD	C12795A	Rohde&Schwarz	828110/006
4.4	100 V Insertion Unit	URV5-Z4	C17784A	Rohde&Schwarz	827419/040
4.5	10 V Insertion Unit	URV5-Z2	C17785A	Rohde&Schwarz	830755/046
4.6	Signal Switching Unit	EMS SSU v2.20	NA	Orbis	
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.1	System Interface	SI-300	NA	TDK / EMC Automation	NA
	Field sensor	FL7006		Amplifier Research	0326691
	Laser Probe Interface	FI7000	NA	Amplifier Research	
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.2	Software	EMS-K1 v1.20	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.34	NA	D.A.R.E	NA

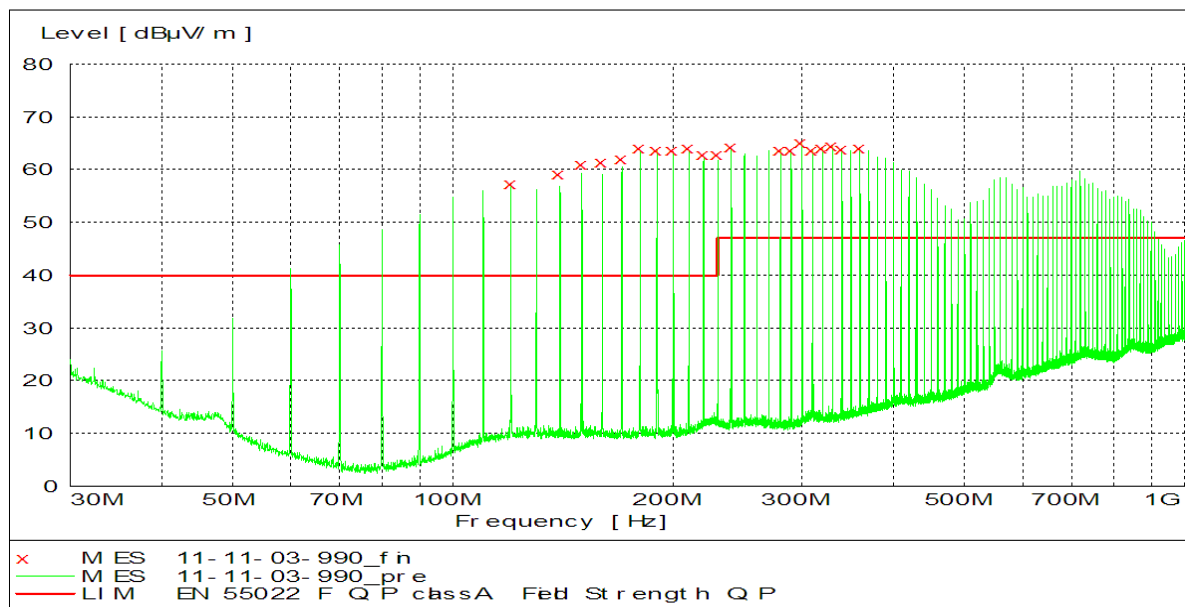
4 Measurement results

4.1 Radiated emissions

Measurement results of ES-K1 and RadiMation software are seen in chapters 4.1.1 and 4.1.2.

Measurement results were compared and as a result can be said that RadiMation software is measuring in accordance with CISPR 11/22. The RadiMation software can be used in customer measurements and measurement results of the RadiMation software can be keep reliable.

4.1.1 Measurement results of ES-K1



Graph 4.1 Measurement results of ES-K1

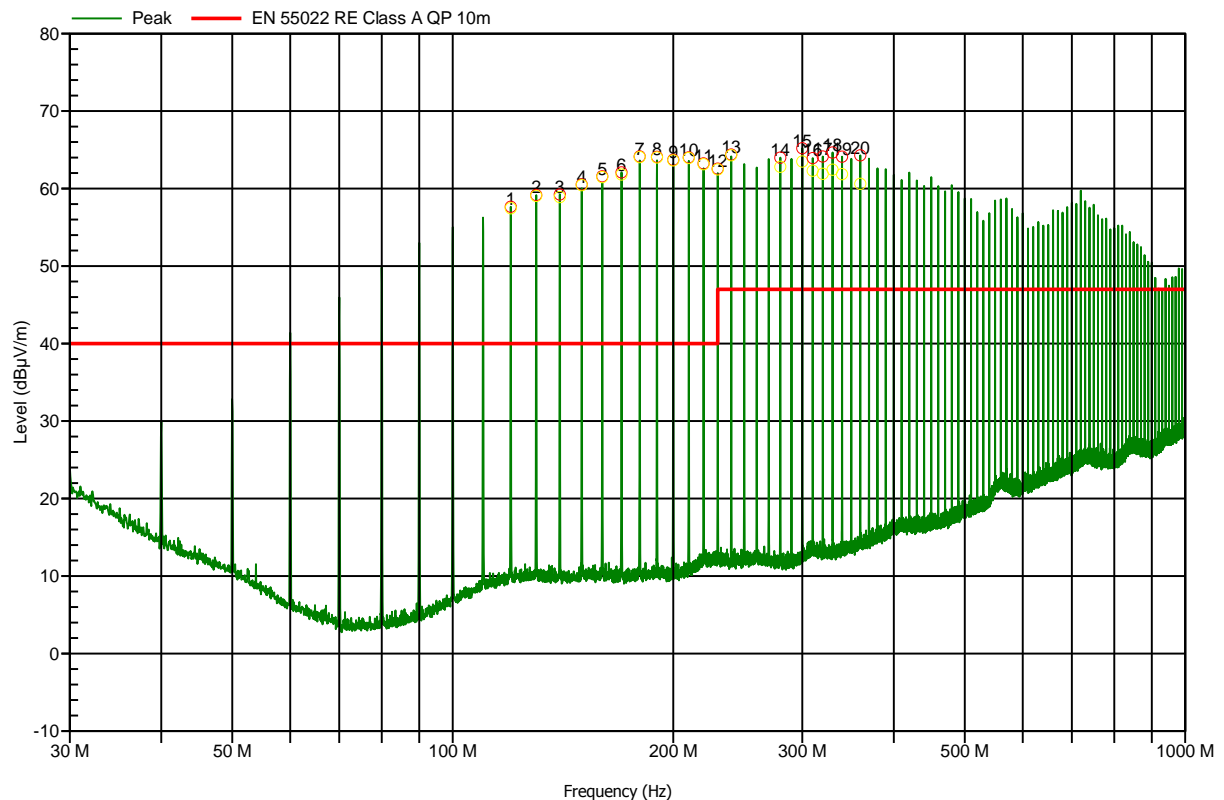
Table 4.1 Measurement results of ES-K1 with QP-detector

Frequency [MHz]	Level [dBμV/m]	Transducer [dB]	Limit [dBμV/m]	Margin [dB]	Height [cm]	Azimuth [deg]	Polarization
120	57.5	6.9	40	-17.5	315	183	HORIZONTAL
139.98	59.3	6.8	40	-19.3	213	178	HORIZONTAL
150	61	6.6	40	-21	250	178	HORIZONTAL
160.02	61.4	6.1	40	-21.4	151	178	HORIZONTAL
169.98	62.1	5.9	40	-22.1	165	180	HORIZONTAL
180	64.1	5.8	40	-24.1	125	182	HORIZONTAL
190.02	63.8	5.8	40	-23.8	164	191	HORIZONTAL
199.98	63.8	6.2	40	-23.8	161	202	HORIZONTAL
210	64.2	6.9	40	-24.2	133	338	HORIZONTAL



Frequency [MHz]	Level [dBμV/m]	Transducer [dB]	Limit [dBμV/m]	Margin [dB]	Height [cm]	Azimuth [deg]	Polarization
220.02	63	8.3	40	-23	140	348	HORIZONTAL
229.98	62.8	8.4	40	-22.8	125	167	HORIZONTAL
240	64.3	8	47	-17.3	112	169	HORIZONTAL
280.02	63.7	8.2	47	-16.7	100	173	HORIZONTAL
289.98	63.8	8.2	47	-16.8	105	173	HORIZONTAL
300	65.1	8.7	47	-18.1	100	174	HORIZONTAL
310.02	63.8	9.2	47	-16.8	100	173	HORIZONTAL
319.98	64.1	8.9	47	-17.1	100	173	HORIZONTAL
330	64.6	8.9	47	-17.6	100	175	HORIZONTAL
340.02	63.9	9.3	47	-16.9	100	177	HORIZONTAL
360	64.1	10.2	47	-17.1	100	176	HORIZONTAL

4.1.2 Measurement results of RadiMation



Graph 4.2 Measurement results of RadiMation



Table 4.2 Measurement results of RadiMation with QP-detector

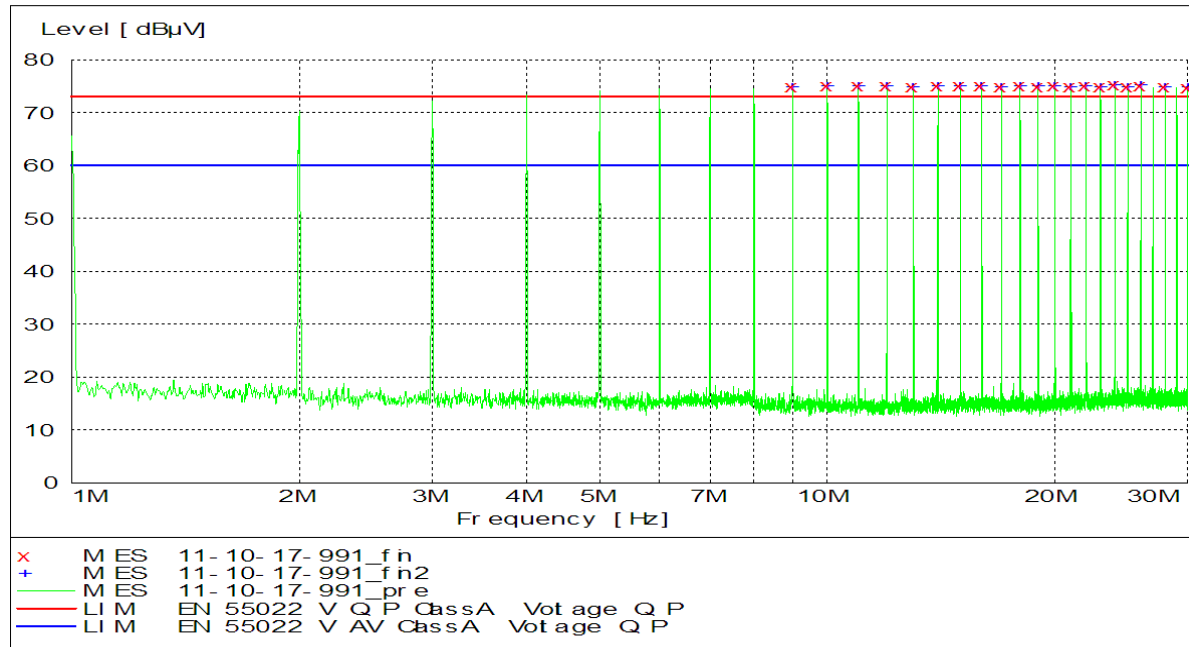
Frequency [MHz]	Level [dB μ V/m]	Limit [dB μ V/m]	Height [cm]	Azimuth [deg]	Polarization
119.998	57.5	40	300	180	H
130.018	59.1	40	195	178	H
139.978	58.9	40	195	178	H
149.998	60.4	40	195	178	H
160.017	61.5	40	170	176	H
169.977	61.8	40	195	178	H
179.997	64.1	40	145	184	H
190.017	64	40	120	193	H
199.976	63.6	40	110	203	H
209.996	63.9	40	110	171	H
220.016	63.1	40	110	171	H
229.976	62.5	40	110	171	H
239.996	64.3	47	110	171	H
280.015	62.8	47	120	193	H
299.994	63.5	47	120	193	H
310.014	62.3	47	120	193	H
319.974	61.9	47	120	193	H
329.994	62.4	47	120	193	H
340.014	61.9	47	120	193	H
359.993	60.6	47	120	193	H

4.2 Conducted emissions

The measurement results are seen below in chapters 4.2.1 and 4.2.2. The measurement results of ES-K1 and RadiMation were compared and as result can be said that RadiMation software measures in accordance with CISPR 11/22. The RadiMation software can be used in customer measurements and measurement results of the RadiMation software can be keep reliable.



4.2.1 Measurement results of ES-K1



Graph 4.3 Measurement results of ES-K1

Table 4.3 Measurement results of ES-K1 with QP-detector

Frequency [MHz]	Level [dBμV]	Transducer [dB]	Limit [dBμV]	Margin [dB]	Line
9	74.9	10.2	73	-1.9	N
10	75.1	10.4	73	-2.1	N
11	75.1	10.4	73	-2.1	N
12	75.1	10.5	73	-2.1	N
13	74.9	10.5	73	-1.9	N
14	75.1	10.6	73	-2.1	N
15	75.1	10.7	73	-2.1	N
16	75.2	10.7	73	-2.2	N
17	74.9	10.7	73	-1.9	N
18	75.1	10.8	73	-2.1	N
19	75	10.8	73	-2	N
20	75.1	11.1	73	-2.1	L1
21	75	10.9	73	-2	N
22	75.1	11	73	-2.1	N
23	75	11.3	73	-2	L1
24	75.3	11.1	73	-2.3	N
25	74.9	11.1	73	-1.9	N



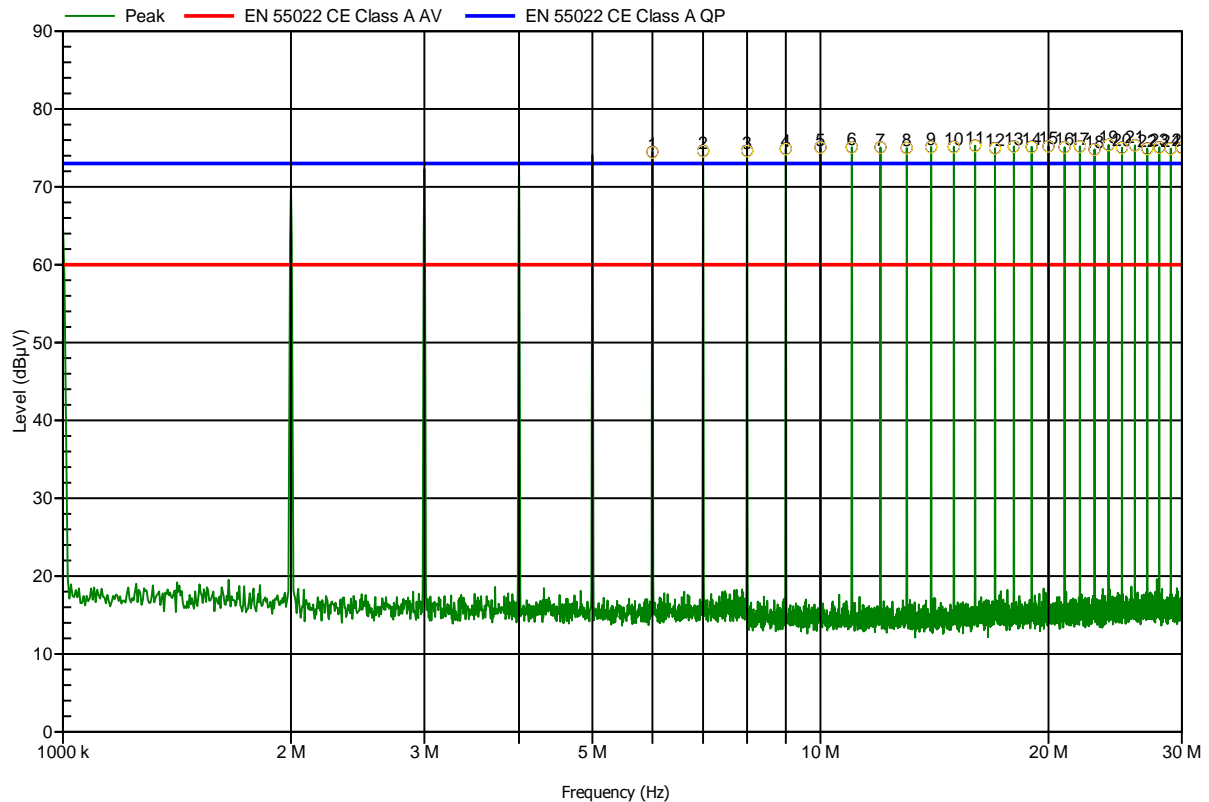
Frequency [MHz]	Level [dB μ V]	Transducer [dB]	Limit [dB μ V]	Margin [dB]	Line
26	75.2	11.1	73	-2.2	N
28	74.9	11	73	-1.9	N
30	74.8	11	73	-1.8	N

Table 4.4 Measurement results of ES-K1 with AV-detector

Frequency [MHz]	Level [dB μ V]	Transducer [dB]	Limit [dB μ V]	Margin [dB]	Line
9	74.9	10.2	60	-14.9	N
10	75.1	10.4	60	-15.1	N
11	75.1	10.4	60	-15.1	N
12	75.1	10.5	60	-15.1	N
13	75	10.5	60	-15	N
14	75.1	10.6	60	-15.1	N
15	75.1	10.7	60	-15.1	N
16	75.2	10.7	60	-15.2	N
17	74.9	10.7	60	-14.9	N
18	75.1	11	60	-15.1	L1
19	75.1	10.8	60	-15.1	N
20	75.2	10.8	60	-15.2	N
21	75	11.1	60	-15	L1
22	75.1	11	60	-15.1	N
23	75	11.3	60	-15	L1
24	75.3	11.1	60	-15.3	N
25	75	11.1	60	-15	N
26	75.3	11.1	60	-15.3	N
28	75	11	60	-15	N
30	74.9	11	60	-14.9	N



4.2.2 Measurement results of RadiMation



Graph 4.4 Measurement results of RadiMation

Table 4.5 Measurement results of RadiMation

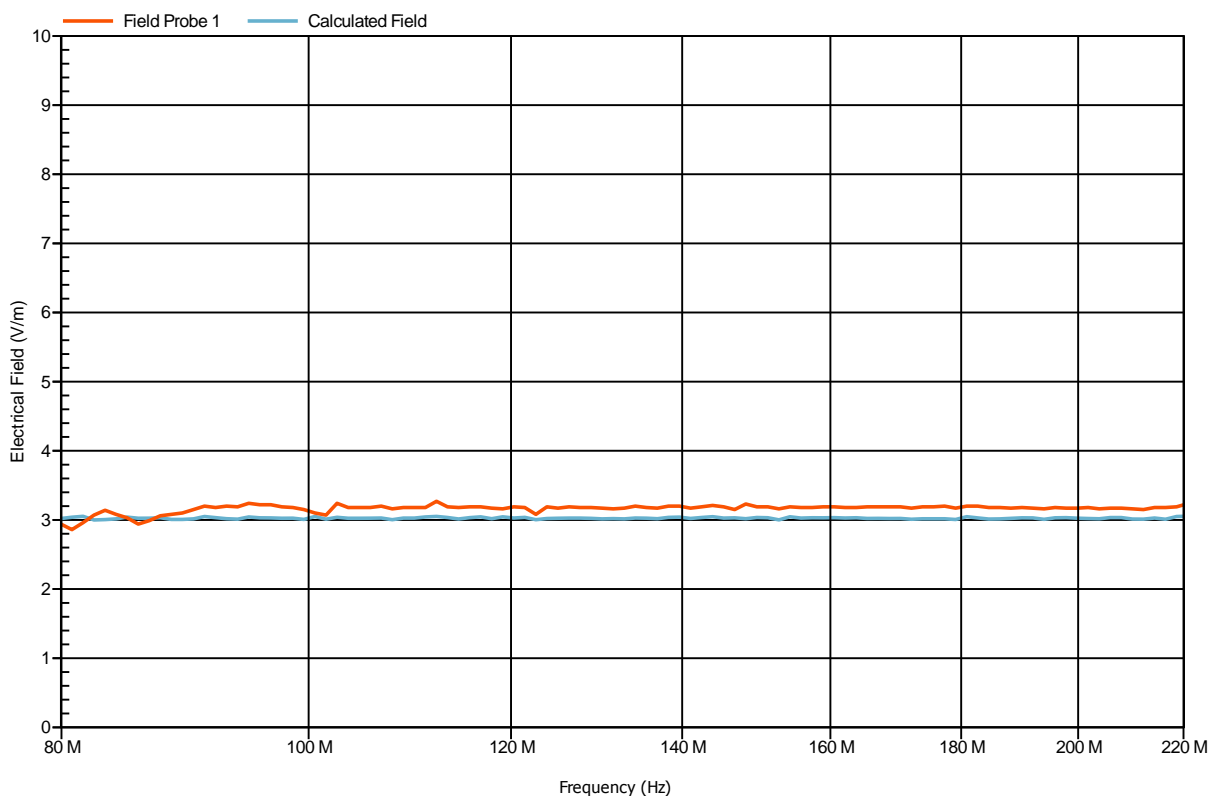
Frequency [MHz]	AV-Level [dBμV]	QP-Level [dBμV]	AV-Limit [dBμV]	QP-Limit [dBμV]	Line
6	74.4	74.4	60	73	N
7	74.6	74.6	60	73	N
8	74.6	74.6	60	73	N
9	74.9	74.8	60	73	N
10	75.1	75	60	73	N
11	75.1	75.1	60	73	N
12	75.1	75.1	60	73	N
13	75	75	60	73	N
14	75.1	75.1	60	73	N
15	75.1	75.1	60	73	N
16	75.3	75.2	60	73	N
17	75	74.9	60	73	N
18	75.2	75.2	60	73	N
19	75.1	75.1	60	73	N



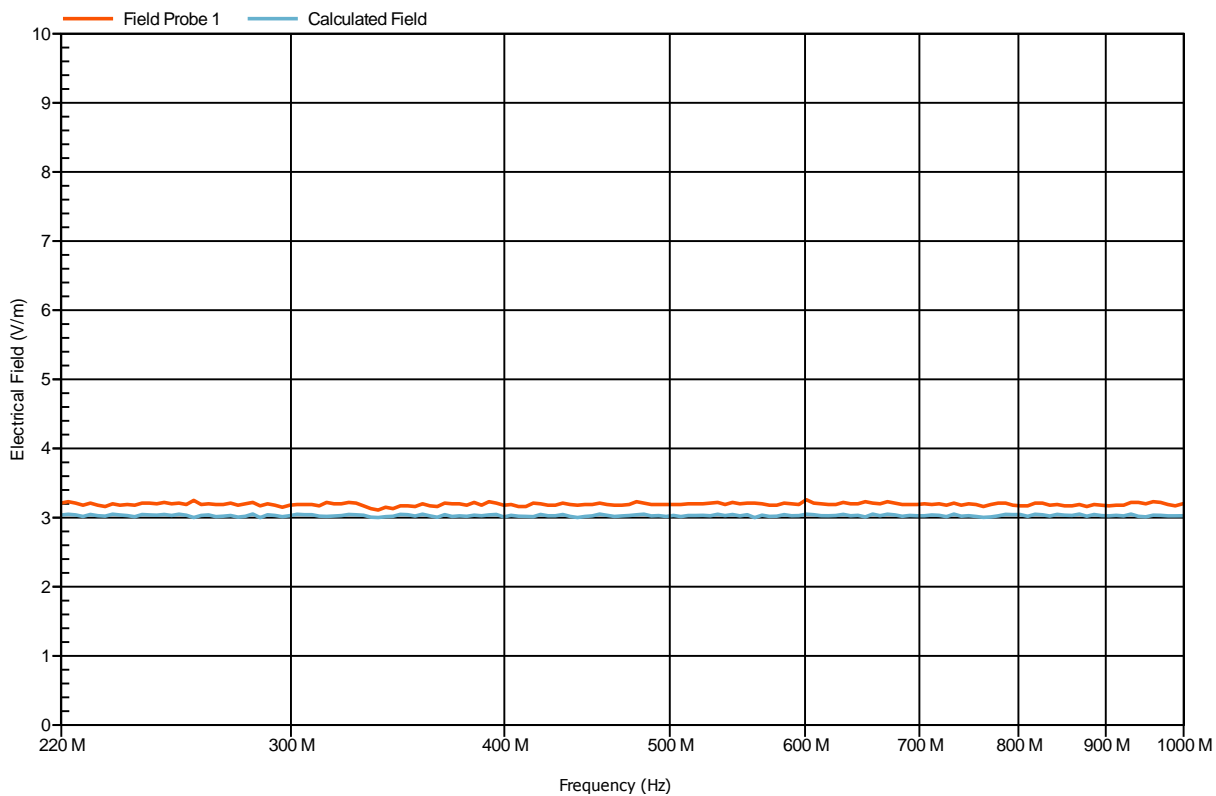
Frequency [MHz]	AV-Level [dB μ V]	QP-Level [dB μ V]	AV-Limit [dB μ V]	QP-Limit [dB μ V]	Line
20	75.2	75.2	60	73	N
21	75.1	75.1	60	73	N
22	75.2	75.2	60	73	N
23	74.8	74.8	60	73	N
24	75.4	75.4	60	73	N
25	75	75	60	73	N
26	75.4	75.3	60	73	N
27	74.9	74.9	60	73	N
28	75.1	75	60	73	N
29	74.9	74.9	60	73	N
30	75	75	60	73	N

4.3 Radiated immunity

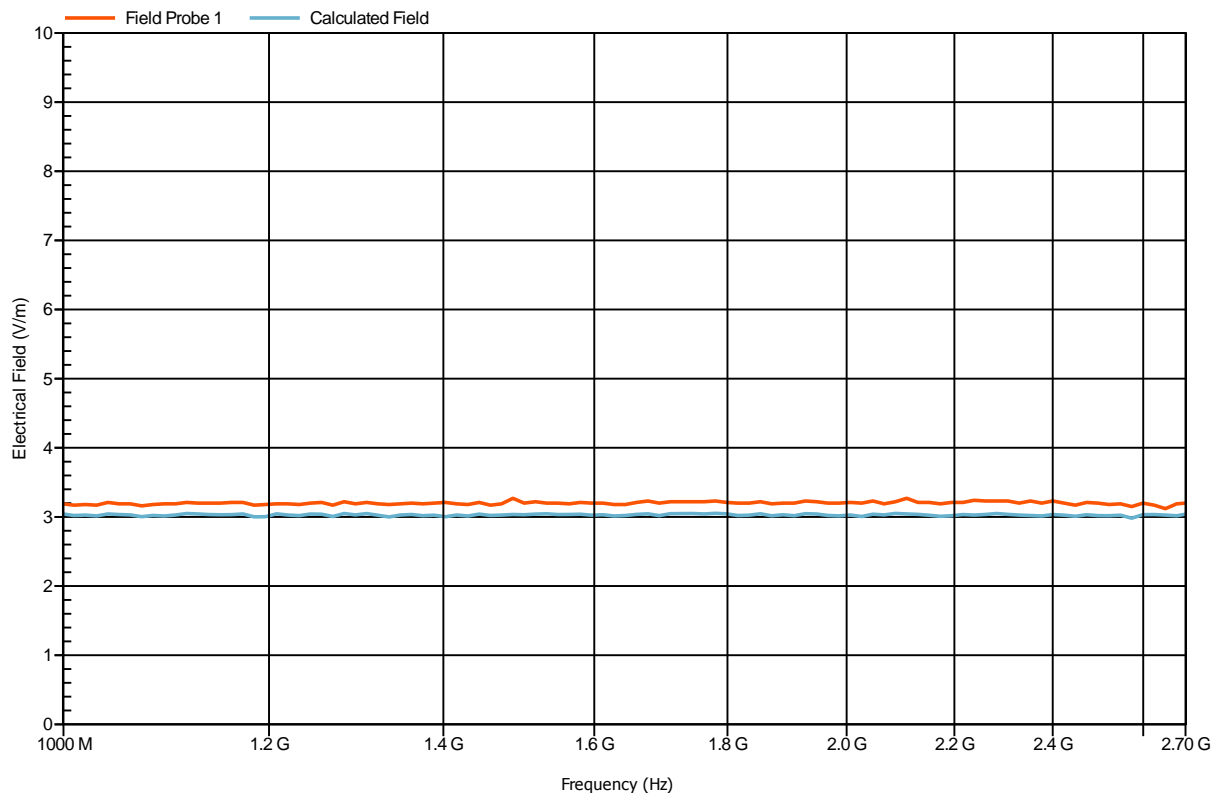
Test result of radiated immunity test shows that the produced intensity of RF field is quite stable in the frequency range of 80 MHz to 2.7 GHz. Deviation of intensity of RF field is maximum ± 0.4 V/m in the whole frequency range with test level 3 V/m. With test level 10 V/m the maximum is ± 1.3 V/m in the frequency range of 80 MHz to 1 GHz. Frequency range 1 GHz to 2.7 GHz is usually done only with 3 V/m. Verification results are shown in graphs 4.5 to 4.16.



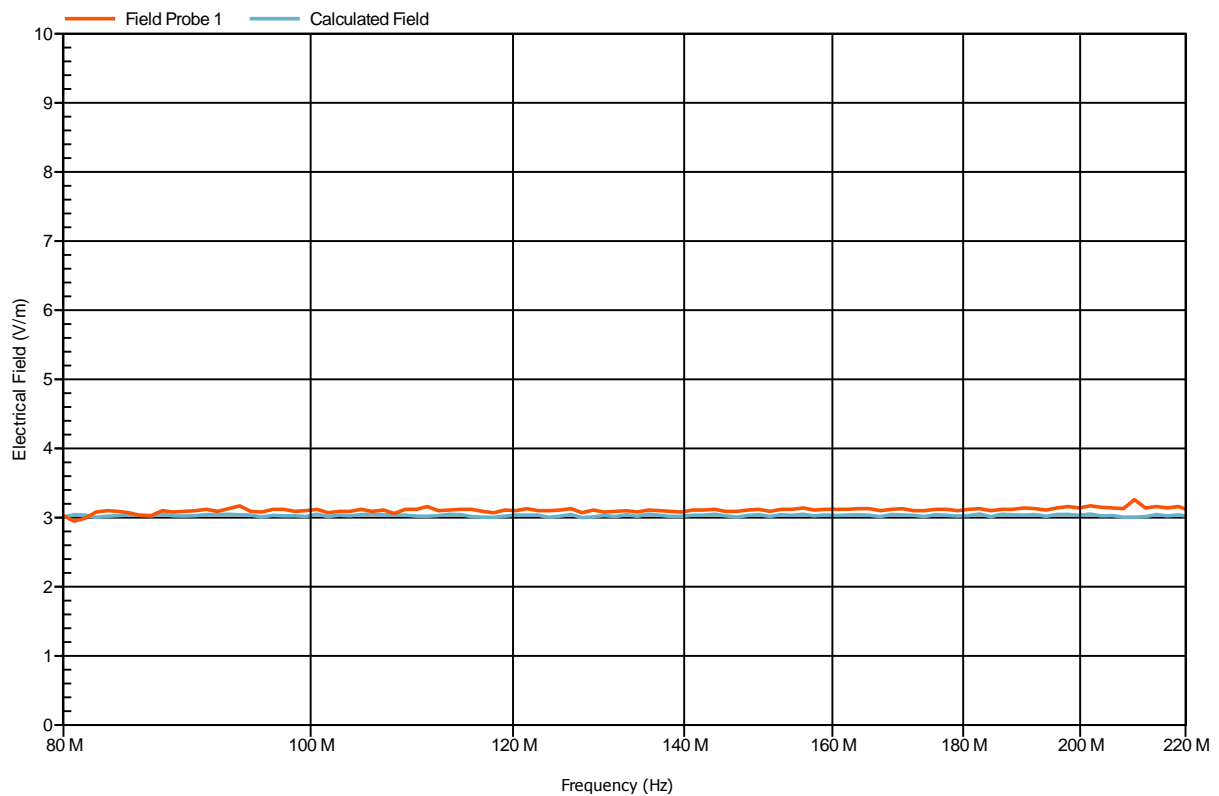
Graph 4.5. Test level 3 V/m at horizontal polarization 80 to 220 MHz



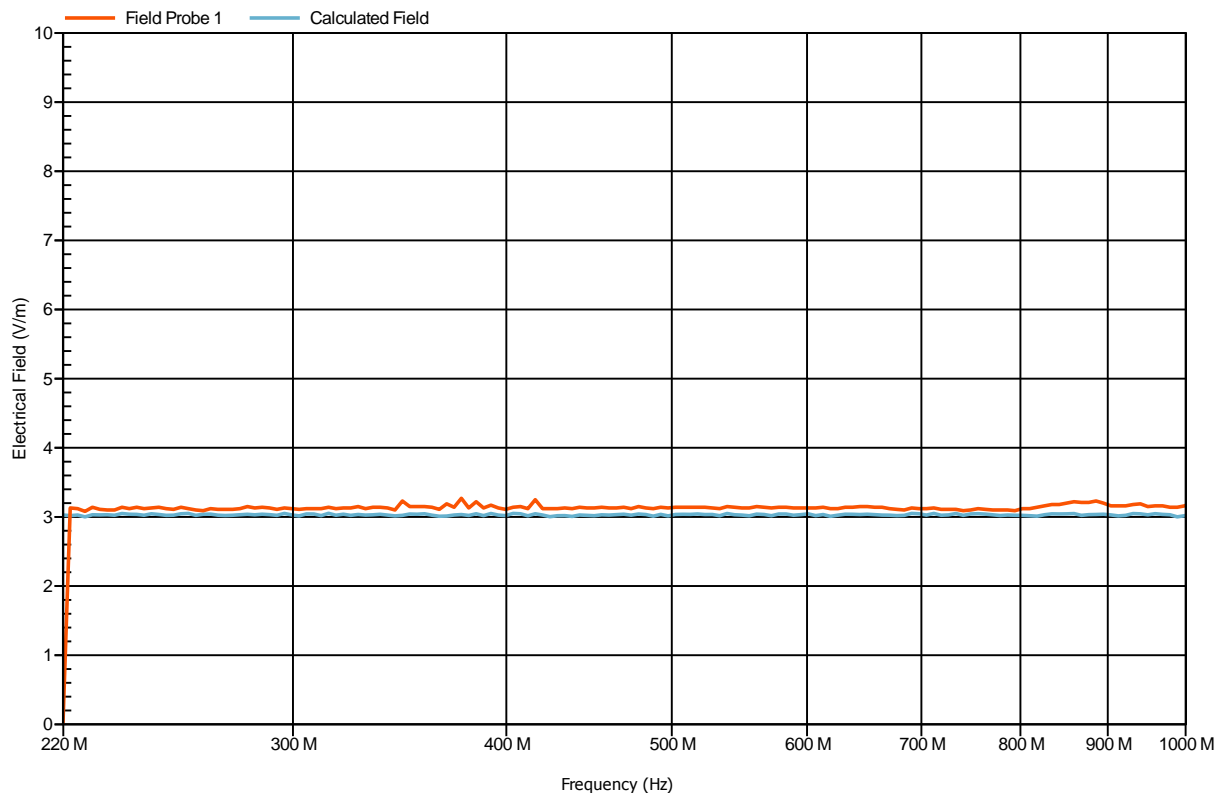
Graph 4.6. Test level 3 V/m at horizontal polarization 220 to 1000 MHz



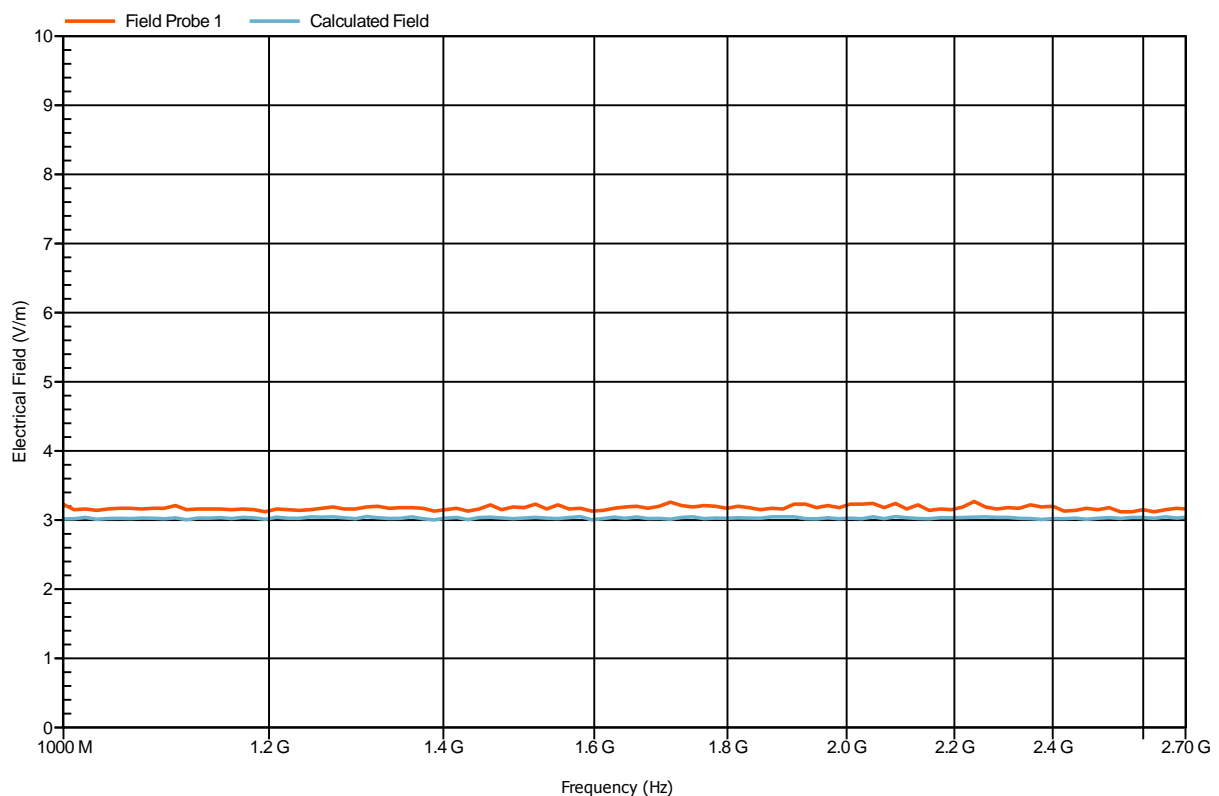
Graph 4.7. Test level 3 V/m at horizontal polarization 1 to 2.7 GHz



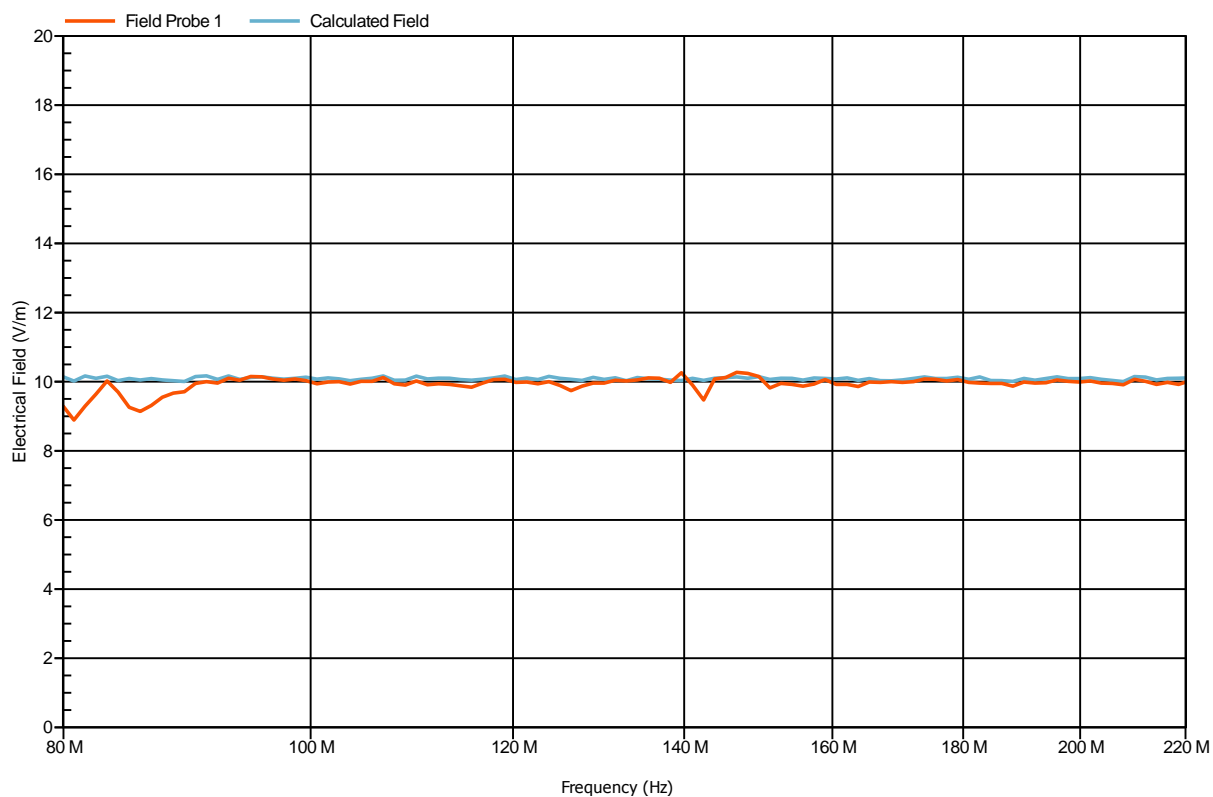
Graph 4.8. Test level 3 V/m at vertical polarization 80 to 220 MHz



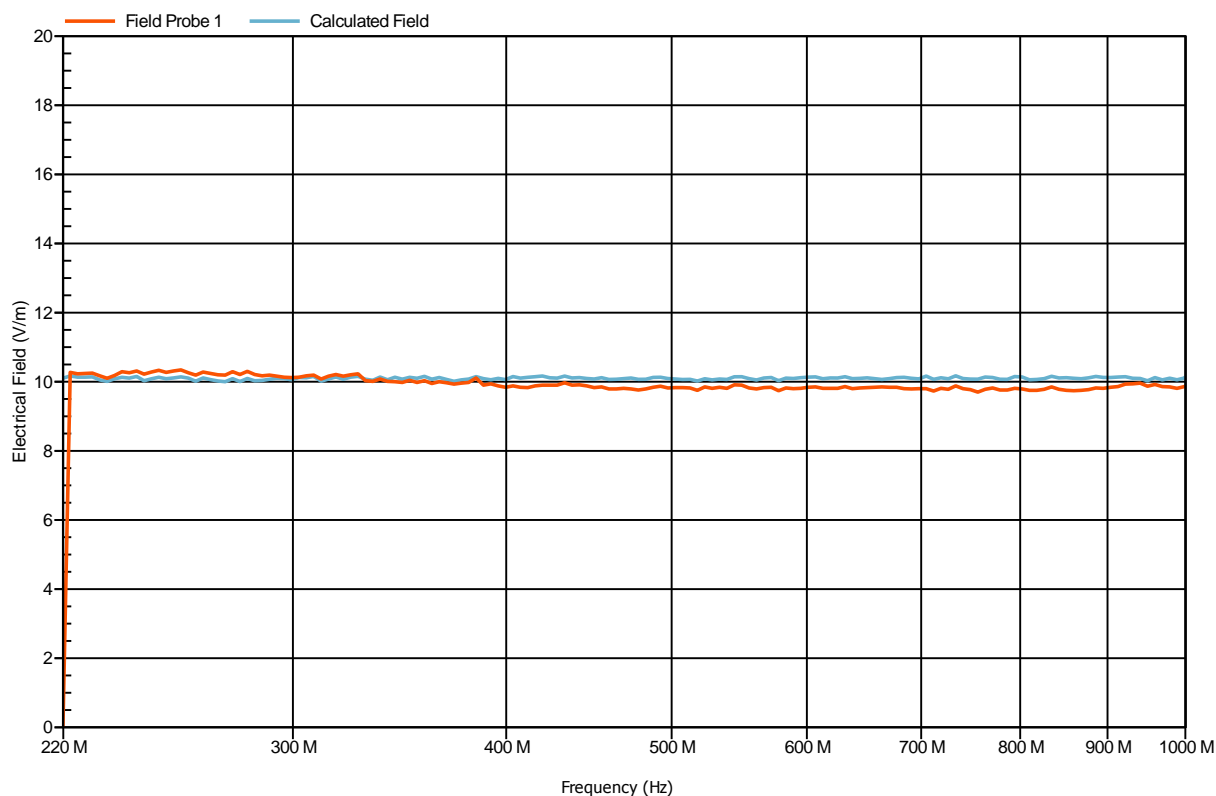
Graph 4.9. Test level 3 V/m at vertical polarization 220 to 1000 MHz



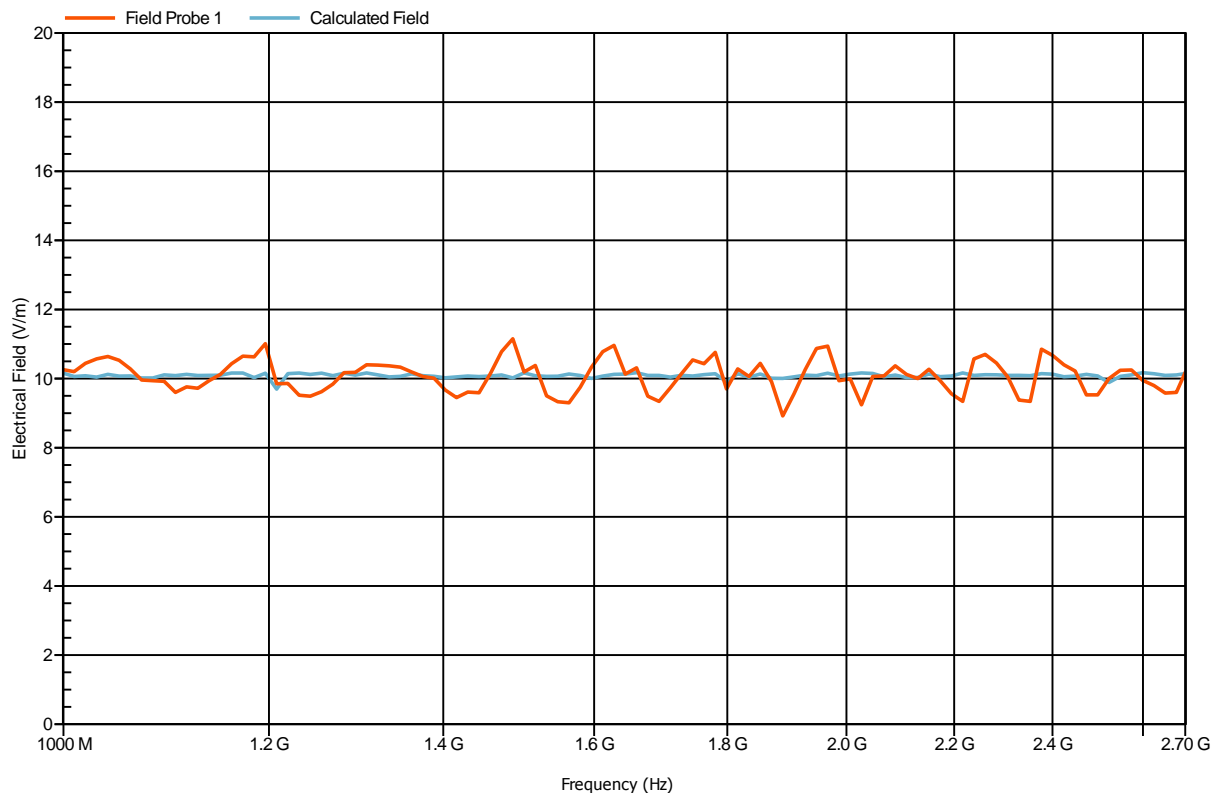
Graph 4.10. Test level 3 V/m at vertical polarization 1 to 2.7 GHz



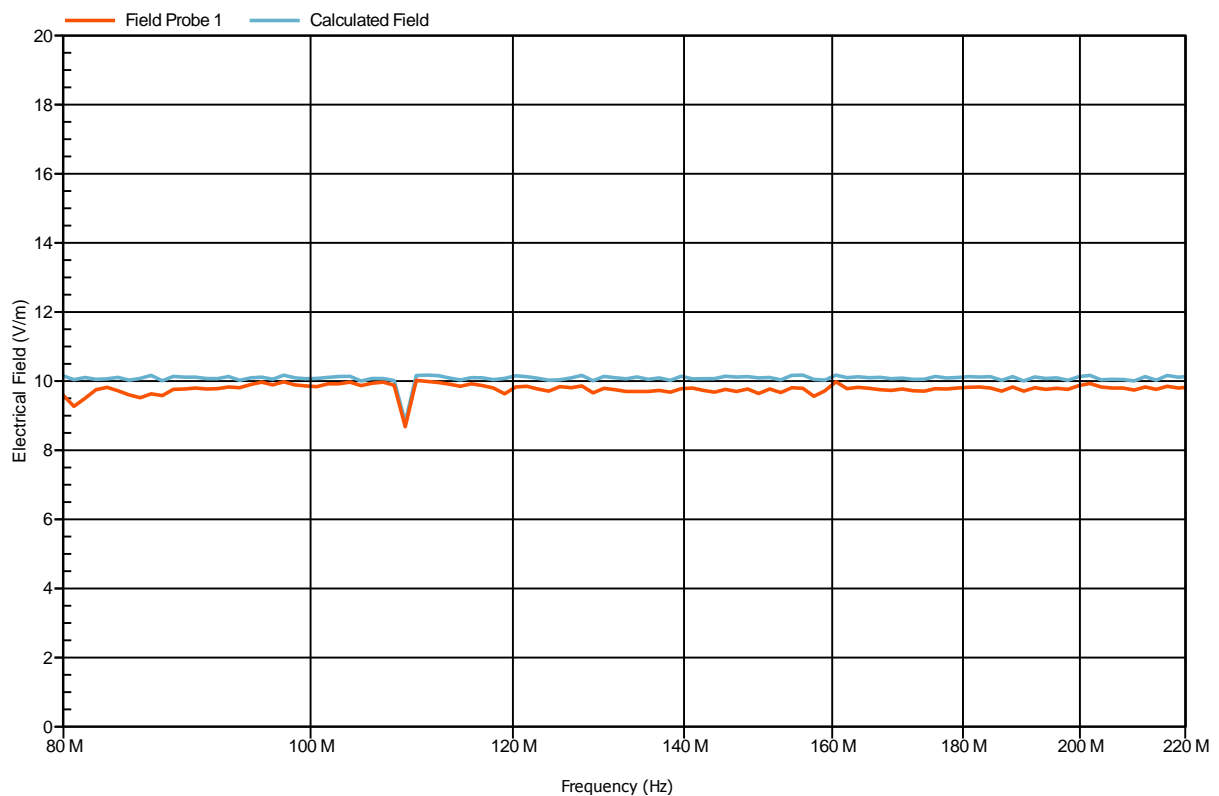
Graph 4.11. Test level 10 V/m at horizontal polarization 80 to 220 MHz



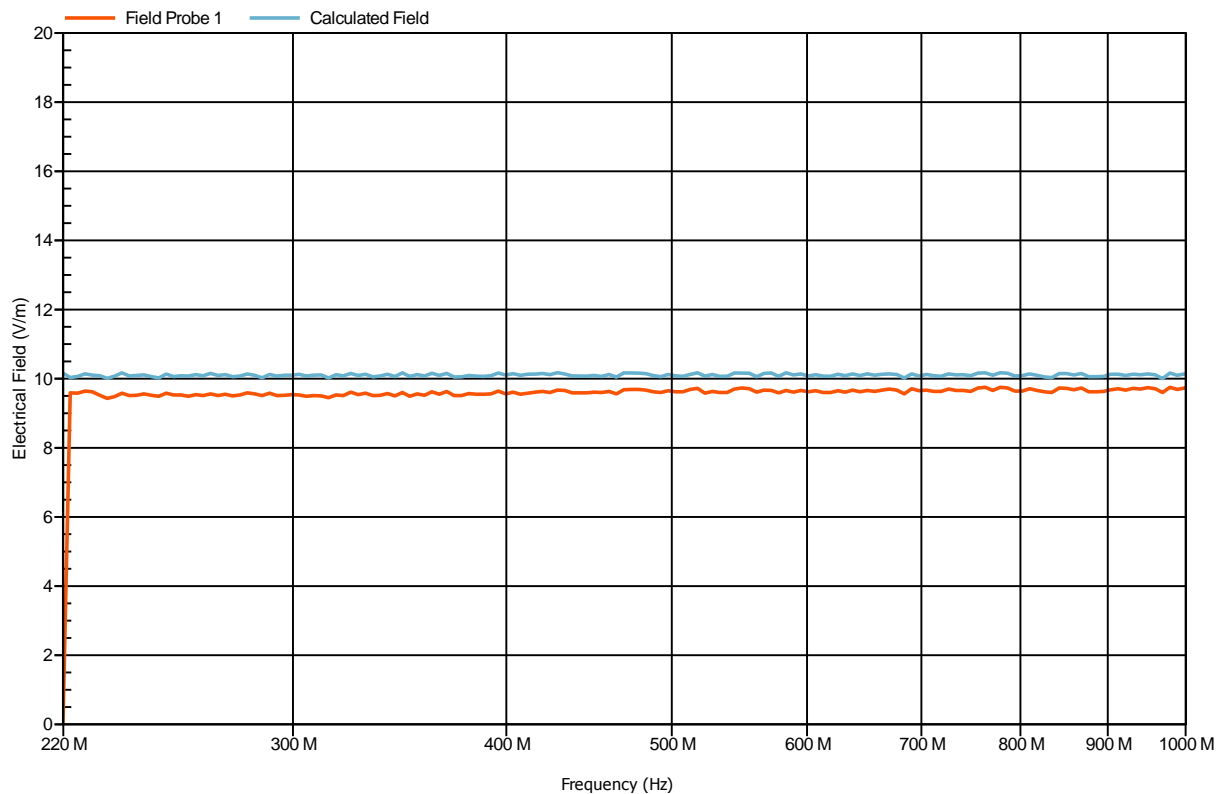
Graph 4.12. Test level 10 V/m at horizontal polarization 220 MHz to 1 GHz.



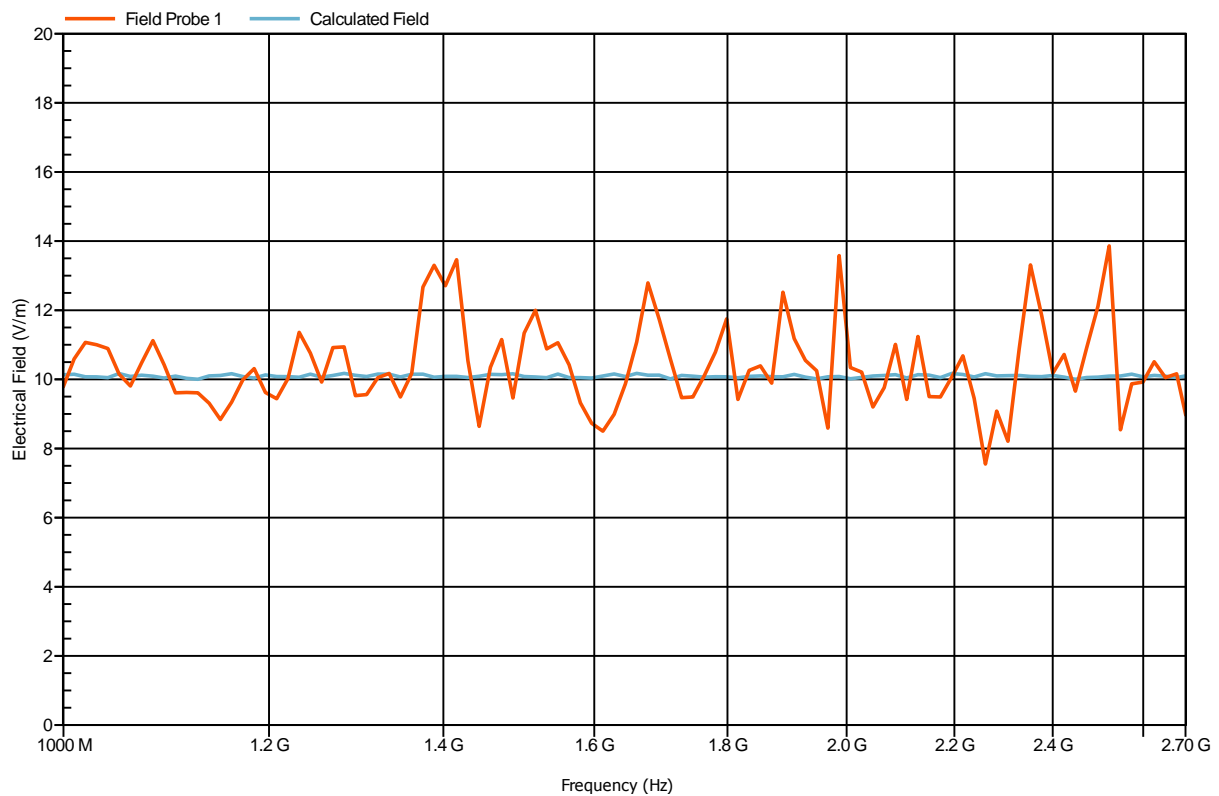
Graph 4.13. Test level 10 V/m at horizontal polarization 1 to 2.7 GHz



Graph 4.14. Test level 10 V/m at vertical polarization 80 to 220 MHz



Graph 4.15. Test level 10 V/m at vertical polarization 220 MHz to 1 GHz



Graph 4.16. Test level 10 V/m at vertical polarization 1 to 2.7 GHz



5 Photographs

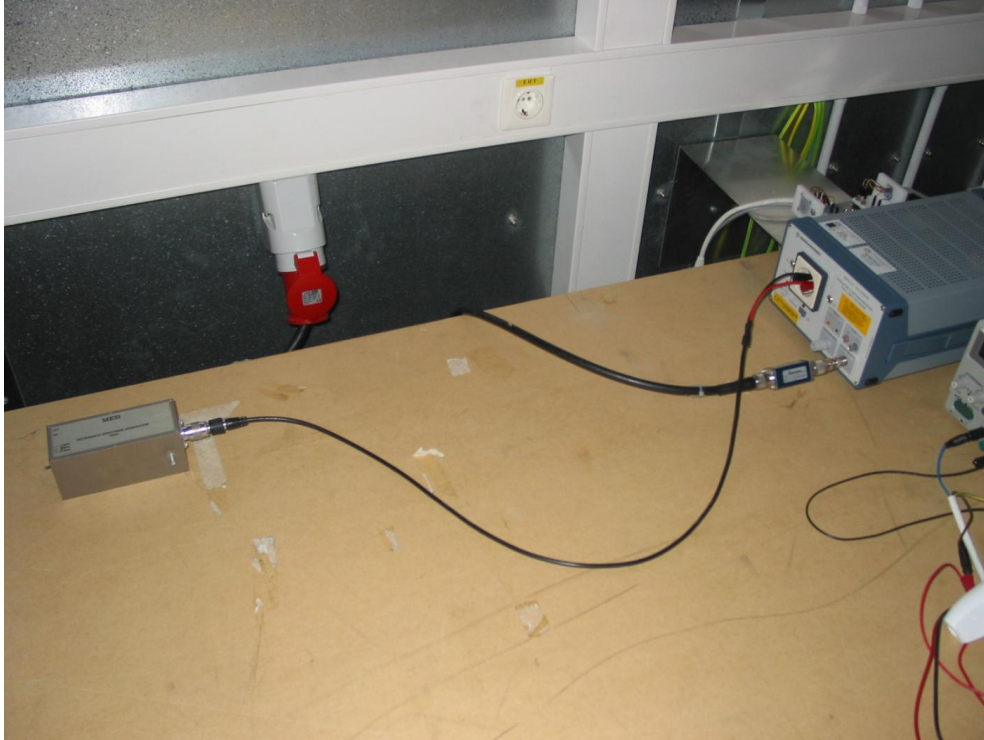
5.1 Radiated emissions



Picture 5.1. Radiated emission verification test arrangement



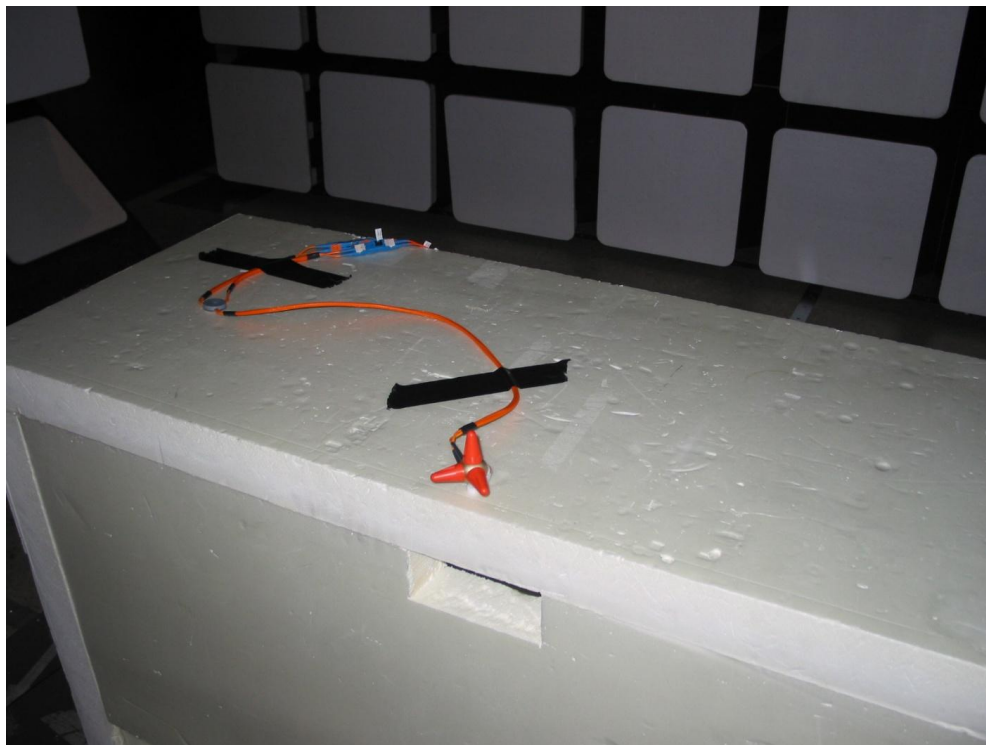
5.2 Conducted emissions



Picture 5.2. Conducted emission verification test arrangement



5.3 Radiated immunity



Picture 5.3. The field probe FL7006 of radiated immunity verification test



Picture 5.4. Radiated immunity verification test arrangement



6 Literature

CISPR 11:2003+A1:2004(E). Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement. Edition 4.1 2004.

CISPR 16-2-3:2006. Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements. Second edition 2006.

CISPR 22:2005+A1:2005+A2:2006. Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement. Edition 5.2 2006.

IEC 61000 – 4 – 3:2006(E). Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4 – 3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Third edition.



SAVONIA

Savonia University of Applied Sciences
www.savonia.fi

Liite 2

1(13)

Compliance test report template

30 January 2012
Electromagnetic Compatibility (EMC)



COMPLIANCE TEST REPORT

January 30, 2012

Electromagnetic Compatibility (EMC)

Document number: 00xxxxxxxA

Name of Equipment: ||EUT|NAME||

Manufacturer: ||EUT|MANUFACTURER COMPANY||

Client : ||EUT|CLIENT COMPANY||

Tested and
reported by:

XXXX XXXXXX
Test Engineer

Checked by:

Matti Tiisanen,
Technical Manager

These test results are valid for the tested unit only. This report shall not be reproduced, except in full, without a written permission of Savonia University of Applied Sciences, EMC laboratory



Contents

1 System configuration	5
1.1 Equipment Under the Test (EUT)	5
1.1.1 Configuration and name of the EUT	5
1.1.2 Description of the EUT	5
2 Test procedure and the results	6
2.1 Emission tests	6
2.1.1 Radiated emissions test	6
2.1.1.1 Measurement results	7
2.1.1.2 Measurement equipment	8
2.1.2 Conducted emissions test	9
2.1.2.1 Measurement results	10
2.1.2.2 Measurement equipment	10
2.2 Immunity tests	11
2.2.1 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test	11
2.2.1.1 Test results	12
2.2.1.2 Test equipment	13



1 System configuration

1.1 Equipment Under the Test (EUT)

1.1.1 Configuration and name of the EUT

Name of the EUT: ||EUT|NAME||
 Manufacturer: ||EUT|MANUFACTURER COMPANY||
 Contact information: ||EUT|CLIENT ADDRESS||
 ||EUT|CLIENT ZIP CODE||
 ||EUT|CLIENT CITY||
 Contact person: ||EUT|CLIENT CONTACT PERSON||
 TEL and Email: ||EUT|CLIENT TELEPHONE NUMBER||
 ||EUT|CLIENT EMAIL ADDRESS||

1.1.2 Description of the EUT

Interfaces of the EUT are shown on table 1.1.

Table 1.1 Interfaces / ports of the EUT

EUT CABLE TABLE



2 Test procedure and the results

2.1 Emission tests

2.1.1 Radiated emissions test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EUT PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME
Test method:	EUT BASIC STANDARD OFFICIAL NAME
Test ID:	RE TEST ID
Frequency range:	RE START FREQUENCY to RE STOP FREQUENCY
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, semi-anechoic chamber
Date:	RE TEST DATE
Measurement uncertainty:	5.19 dB
Test conditions (temperature and humidity):	RE TEMPERATURE °C RE HUMIDITY % RH
Test operator / engineer:	RE TEST ENGINEER
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

Table 2.1 Electromagnetic radiation disturbance limits according to ||EUT|BASIC STANDARD OFFICIAL NAME|| equipment at a 10 m measurement distance.

Frequency [MHz]	Limit [dBμV]
30 - 230	40
230 - 1000	47

The test will be carried out in a semi-anechoic chamber. The EUT will be placed on a non-conductive table 80 cm above the ground plane. The distance between the measurement antenna and the EUT will be 3.0 m. The antenna will be scanned from 1.0 m to 4.0 m and the turntable will be rotated 0° – 360°. Both vertical and horizontal measurement antenna polarizations will be tested. The cables will be oriented in a position anticipated to the worst-case. Test set-ups are shown on images X and X.

Every measurement result, with a both QP and PK detectors are converted to corresponding the distance of the 10 meter measurement distance between the EUT and measuring antenna. This has been realized with a correction factor (F_c) of the measurement software.



Correction Factor, $F_c = 20 \log (3/10) = -10.45 \text{ dB}$.

The DC power supply of the EUT will be fed to turntable through the power line filter DC 32 A (TDK).

Table 2.2 The software parameters of the final measurements in the radiated emissions test.

Start	Stop	Step	IF BW	Preamp	ATT	Time
RE START FREQUENC Y	RE STOP FREQUENC Y	RE STEP FREQUENC Y	RE RBW	RE INTER NAL PREAMPLIF IER	RE ATTEN UATOR	RE MEAS URE TIME

Preliminary measurements with a peak detector:

Turntable position: $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$

Antenna position: 1.0 m and 3.0 m

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Final measurements with a quasi-peak detector:

Turntable position: 0° to 360° resolution of a 1°

Antenna position: 1.0 m to 4.0 m resolution of a 1 cm

Antenna polarization: Vertical and horizontal

2.1.1.1 Measurement results

||RE|MAX HOLD PEAKS GRAPH||

Graph 2.1 Radiated emissions test results. The measurement curves with peak (PK) and quasi peak (QP) detectors.

Table 2.3 Final measurement results of the EUT at worst frequencies with a QP-detector.

||RE|EMISSION TABLE||

Remarks:

1) ||RE|NOTE||



TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the radiated emissions requirements according to ||EUT|PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME||.

2.1.1.2 Measurement equipment

Table 2.4 Measurement equipment of radiated emissions test.

Pos.	Equipment	Type	Valid calibration certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
2.1	Antenna	CBL 6141	C17683A	Chase	4024
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.33	NA	D.A.R.E	NA



2.1.2 Conducted emissions test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EUT PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME
Test method:	EUT BASIC STANDARD OFFICIAL NAME
Test ID:	CE TEST ID
Frequency range:	CE START FREQUENCY to CE STOP FREQUENCY
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, shielded chamber
Date:	CE TEST DATE
Measurement uncertainty, k=2:	3.59 dB
Test conditions (temperature and humidity):	CE TEMPERATURE °C CE HUMIDITY % RH
Test operator/engineer:	CE TEST ENGINEER
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

Conducted disturbance voltage will be measured with a measurement receiver and artificial mains network from 150 kHz to 30 MHz with 5 kHz steps and a resolution bandwidth of 9 kHz. Preliminary measurements will be carried out with PK-detector from phase - and neutral - lines. Final measurements will be done according to test procedure described on annex B of CISPR 22. Test set-up is shown on image X.

Table 2.5 The software parameters of the final measurements in the conducted emissions test.

Start	Stop	Step	IF BW	Pre Amplifier	Time
CE START FREQUENCY	CE STOP FREQUENCY	CE STEP FREQUENCY	CE RBW	CE INTERNAL PREAMPLIFIER	CE MEASUREMENT TIME

Table 2.6 Mains terminal disturbance voltage limits according to ||EUT|BASIC STANDARD OFFICIAL NAME|| equipment.

Detector	Frequency / MHz	Limit / dB μ V
Quasi-peak:	0.15 – 0.50	79
	0.50 – 30	73
Average:	0.15 – 0.50	66
	0.50 – 30	60



2.1.2.1 Measurement results

||CE|MAX HOLD PEAKS GRAPH||

Graph 2.2 Conducted emissions measurement result of the EUT. The measured curves with peak (PK), quasi-peak (QP) and average (AV) detectors.

Table 2.7 Final measurement results of the EUT with a QP-detector.

||CE|EMISSION TABLE||

Remarks:

1) ||CE|NOTE||

TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the conducted emissions requirements according to ||EUT|PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME||.

2.1.2.2 Measurement equipment

Table 2.8 Measurement equipment of conducted emissions test.

Pos.	Equipment	Type	Valid calibration certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
3.1	Line Impedance Stabilization Network	ESH3-Z5	C17769A	Rohde&Schwarz	848773/007
3.2	Pulse Limiter	ESH3-Z2	NA	Rohde&Schwarz	0357.8810.54
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.33	NA	D.A.R.E	NA



2.2 Immunity tests

2.2.1 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EUT PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME
Test method:	EUT BASIC STANDARD OFFICIAL NAME
Test ID:	RI TEST ID
Frequency range:	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY
Modulation:	RI MODULATION
Sweep:	Step: RI LOGARITHMIC STEP % Dwell time: RI DWELL TIME
Test levels:	RI FIELD TEST LEVEL
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, semi-anechoic chamber
Date:	RI TEST DATE
Measurement uncertainty:	1.43 dB
Test conditions (temperature and humidity):	RI TEMPERATURE °C RI HUMIDITY % RH
Test operator/engineer:	RI TEST ENGINEER
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

The test will be carried out in a semi-anechoic chamber. The floor between the EUT and transmitting antenna is covered using absorbers. The EUT will be placed on a non-conductive table 0.8 m above reference ground plane (turntable). The distance between the transmitting antenna and the EUT will be 3.0 m. The height of the TX-antenna will be 1.55 m. The test will be performed with the field generating antenna facing each of the four sides of the EUT. Both vertical and horizontal polarizations will be tested and test procedure will be repeated two times. First with the amplitude modulated disturbance field and after that with the pulse modulated disturbance field. The cables will be oriented in a position anticipated to be the worst-case. Test set-ups are shown on images X to X.

Field uniformity calibrations has been performed at 13.4.2006 (Calibration Report ID: 0026030307A) in accordance with EN 61000-4-3 standard by using a uniform area sized 1.5 m × 1.5 m. The calibration has been done with an unmodulated signal at level which exceeds the target severity level at the 1.8 times (80 %). Conclusion of the field calibrations was PASS.



2.2.1.1 Test results

Table 2.9 Test results of radiated immunity test.

Antenna polarization	Frequency [MHz]	Test level [V/m]	Test Modulation	Position of EUT	Remarks
Horizontal	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 1 (0 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 2 (90 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 3 (180 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 4 (270 - degrees)	1
Vertical	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 1 (0 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 2 (90 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 3 (180 - degrees)	1
	RI START FREQUENCY to RIH3 STOP FREQUENCY	RI FIELD TEST LEVEL	RI MODULATION	Position 4 (270 - degrees)	1

Remarks:

- 1) No effects to performance
- 2) ||RI|NOTE||

TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the radiated immunity requirements according to ||EUT|PRODUCT STANDARD OFFICIAL NAME||.



2.2.1.2 Test equipment

Table 2.10 Test equipment of radiated immunity test

Pos.	Equipment	Type	Valid Calibration Certificate	Manufacturer	Serial Number
4.2	Signal Generator	SMT o6	C22818A	Rohde&Schwarz	100663
2.4	Log Periodic Antenna	LPDA o8o3	C17686A	TDK	060701
4.7	RF Amplifier	150A220	NA	Amplifier Research	26399
4.8	RF Amplifier	100W1000M1	NA	Amplifier Research	24563
4.9	RF Amplifier	50S1G4AM1	NA	Amplifier Research	
4.3	Power Meter	NRVD	C12795A	Rohde&Schwarz	828110/006
4.4	100 V Insertion Unit	URV5-Z4	C17784A	Rohde&Schwarz	827419/040
4.5	10 V Insertion Unit	URV5-Z2	C17785A	Rohde&Schwarz	830755/046
4.6	Signal Switching Unit	EMS SSU v2.20	NA	Orbis	
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.1	System Interface	SI-300	NA	TDK / EMC Automation	NA
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.2	Software	EMS-K1 v1.20	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.34	NA	D.A.R.E	NA



SAVONIA

Savonia University of Applied Sciences
www.savonia.fi

Liite 3

1(15)

Compliance test report

30 January 2012
Electromagnetic Compatibility (EMC)



COMPLIANCE TEST REPORT

January 30, 2012

Electromagnetic Compatibility (EMC)

Document number: 00xxxxxxxxA

Name of Equipment: Test equipment

Manufacturer: Toinen Malliyritys Oy

Client : Malliyritys Oy

Tested and
reported by:

XXXX XXXXXX
Test Engineer

Checked by:

Matti Tiisanen,
Technical Manager

These test results are valid for the tested unit only. This report shall not be reproduced, except in full, without a written permission of Savonia University of Applied Sciences, EMC laboratory



Contents

1 System configuration	5
1.1 Equipment Under the Test (EUT)	5
1.1.1 Configuration and name of the EUT	5
1.1.2 Description of the EUT	5
2 Test procedure and the results	6
2.1 Emission tests	6
2.1.1 Radiated emissions test	6
2.1.1.1 Measurement results	8
2.1.1.2 Measurement equipment	9
2.1.2 Conducted emissions test	10
2.1.2.1 Measurement results	11
2.1.2.2 Measurement equipment	12
2.2 Immunity tests	13
2.2.1 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test	13
2.2.1.1 Test results	14
2.2.1.2 Test equipment	14



1 System configuration

1.1 Equipment Under the Test (EUT)

1.1.1 Configuration and name of the EUT

Name of the EUT:	Test equipment
Manufacturer:	Toinen Malliyritys Oy
Contact information:	Mallikatu 1 70100 Kuopio
Contact person:	Matti Mainio
TEL and Email:	123456 matti.mainio@mallyritys.fi

1.1.2 Description of the EUT

Interfaces of the EUT are shown on table 1.1.

Table 1.1 Interfaces / ports of the EUT

Description	Port Type	Type Of Cable	Cable Length	Fixing shield	Load at port
USB	Telecommunication	Shielded	1 m	EUT side	
RS232	I/O	Shielded	1.5 m		
Power supply	Communication				
	AC 1 phase mains		2 m		



2 Test procedure and the results

2.1 Emission tests

2.1.1 Radiated emissions test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EN 61000-6-3, EN 61000-6-2
Test method:	EN 55022 with class B, EN 55011 with class B
Test ID:	120117
Frequency range:	30 MHz to 1000 MHz
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, semi-anechoic chamber
Date:	17. tammikuuta 2012
Measurement uncertainty:	5.19 dB
Test conditions (temperature and humidity):	20.8 °C 19.5 % RH
Test operator / engineer:	Elina Jaatinen
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

Table 2.1 Electromagnetic radiation disturbance limits according to EN 55022 with class B, EN 55011 with class B equipment at a 10 m measurement distance.

Frequency [MHz]	Limit [dBμV]
30 - 230	40
230 - 1000	47

The test will be carried out in a semi-anechoic chamber. The EUT will be placed on a non-conductive table 80 cm above the ground plane. The distance between the measurement antenna and the EUT will be 3.0 m. The antenna will be scanned from 1.0 m to 4.0 m and the turntable will be rotated 0° – 360°. Both vertical and horizontal measurement antenna polarizations will be tested. The cables will be oriented in a position anticipated to the worst-case. Test set-ups are shown on images X and X.

Every measurement result, with a both QP and PK detectors are converted to corresponding the distance of the 10 meter measurement distance between the EUT and measuring antenna. This has been realized with a correction factor (F_c) of the measurement software.



Correction Factor, $F_c = 20 \log (3/10) = -10.45 \text{ dB}$.

The DC power supply of the EUT will be fed to turntable through the power line filter DC 32 A (TDK).

Table 2.2 The software parameters of the final measurements in the radiated emissions test.

Start	Stop	Step	IF BW	Preamp	ATT	Time
30 MHz	1000 MHz	0 MHz	120 kHz	20 dB	Auto [10 dB]	10 μ s

Preliminary measurements with a peak detector:

Turntable position: $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$

Antenna position: 1.0 m and 3.0 m

Antenna polarization: Vertical and horizontal

Final measurements with a quasi-peak detector:

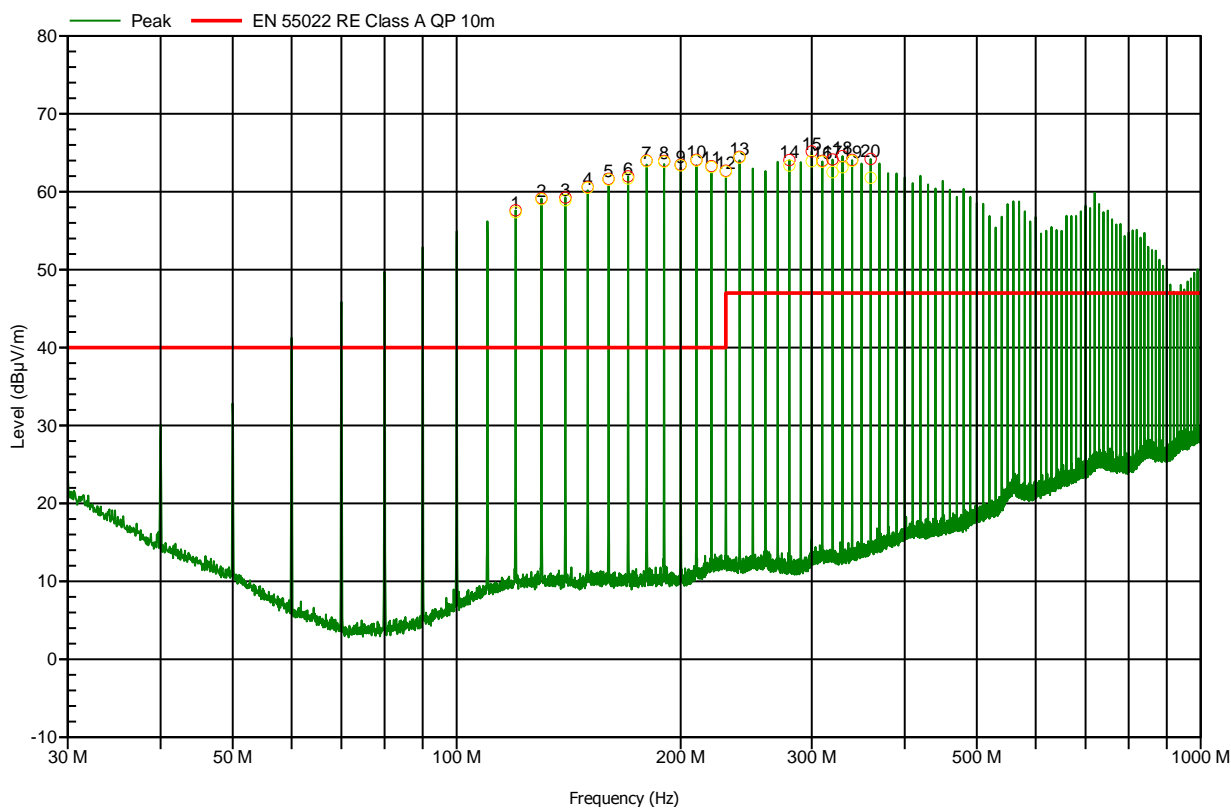
Turntable position: 0° to 360° resolution of a 1°

Antenna position: 1.0 m to 4.0 m resolution of a 1 cm

Antenna polarization: Vertical and horizontal



2.1.1.1 Measurement results



Graph 2.1 Radiated emissions test results. The measurement curves with peak (PK) and quasi peak (QP) detectors.

Table 2.3 Final measurement results of the EUT at worst frequencies with a QP-detector.

Nr	Frequency (MHz)	PK Value (dBμV/m)	QP Value (dBμV/m)	QP Limit (dBμV/m)	Result	Angle (degrees)	Height (m)	H/V
1	119.998	57.6	57.4	40	Fail	180	3	H
2	130.018	59.2	59	40	Fail	178	1.95	H
3	139.978	59.3	58.9	40	Fail	178	1.95	H
4	149.998	60.6	60.5	40	Fail	178	1.95	H
5	160.017	61.7	61.6	40	Fail	176	1.7	H
6	169.977	62	61.7	40	Fail	178	1.95	H
7	179.997	64	63.9	40	Fail	181	1.5	H
8	190.017	63.9	63.9	40	Fail	188	1	H
9	199.976	63.5	63.4	40	Fail	201	1.4	H
10	209.996	64.1	64	40	Fail	166	1.1	H
11	220.016	63.3	63.2	40	Fail	166	1.1	H
12	229.976	62.7	62.6	40	Fail	166	1.1	H
13	239.996	64.5	64.4	47	Fail	166	1.1	H
14	280.015	64.1	63.4	47	Fail	188	1	H
15	299.994	65.2	63.9	47	Fail	188	1	H
16	310.014	63.9	63.9	47	Fail	188	1	H
17	319.974	64.1	62.5	47	Fail	188	1	H
18	329.994	64.6	63.1	47	Fail	188	1	H
19	340.014	64.1	64	47	Fail	188	1	H
20	359.993	64.2	61.8	47	Fail	188	1	H


Remarks:

- 1) Radiated emission verification test

TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the radiated emissions requirements according to EN 61000-6-3, EN 61000-6-2.

2.1.1.2 Measurement equipment

Table 2.4 Measurement equipment of radiated emissions test.

Pos.	Equipment	Type	Valid calibration certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
2.1	Antenna	CBL 6141	C17683A	Chase	4024
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.33	NA	D.A.R.E	NA



2.1.2 Conducted emissions test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EN 61000-6-3, EN 61000-6-2
Test method:	EN 55022 with class B, EN 55011 with class B
Test ID:	111017
Frequency range:	1000 kHz to 30 MHz
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, shielded chamber
Date:	17. lokakuuta 2011
Measurement uncertainty, k=2:	3.59 dB
Test conditions (temperature and humidity):	21 °C 19 % RH
Test operator/engineer:	Elina Jaatinen
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

Conducted disturbance voltage will be measured with a measurement receiver and artificial mains network from 150 kHz to 30 MHz with 5 kHz steps and a resolution bandwidth of 9 kHz. Preliminary measurements will be carried out with PK-detector from phase - and neutral - lines. Final measurements will be done according to test procedure described on annex B of CISPR 22. Test set-up is shown on image X.

Table 2.5 The software parameters of the final measurements in the conducted emissions test.

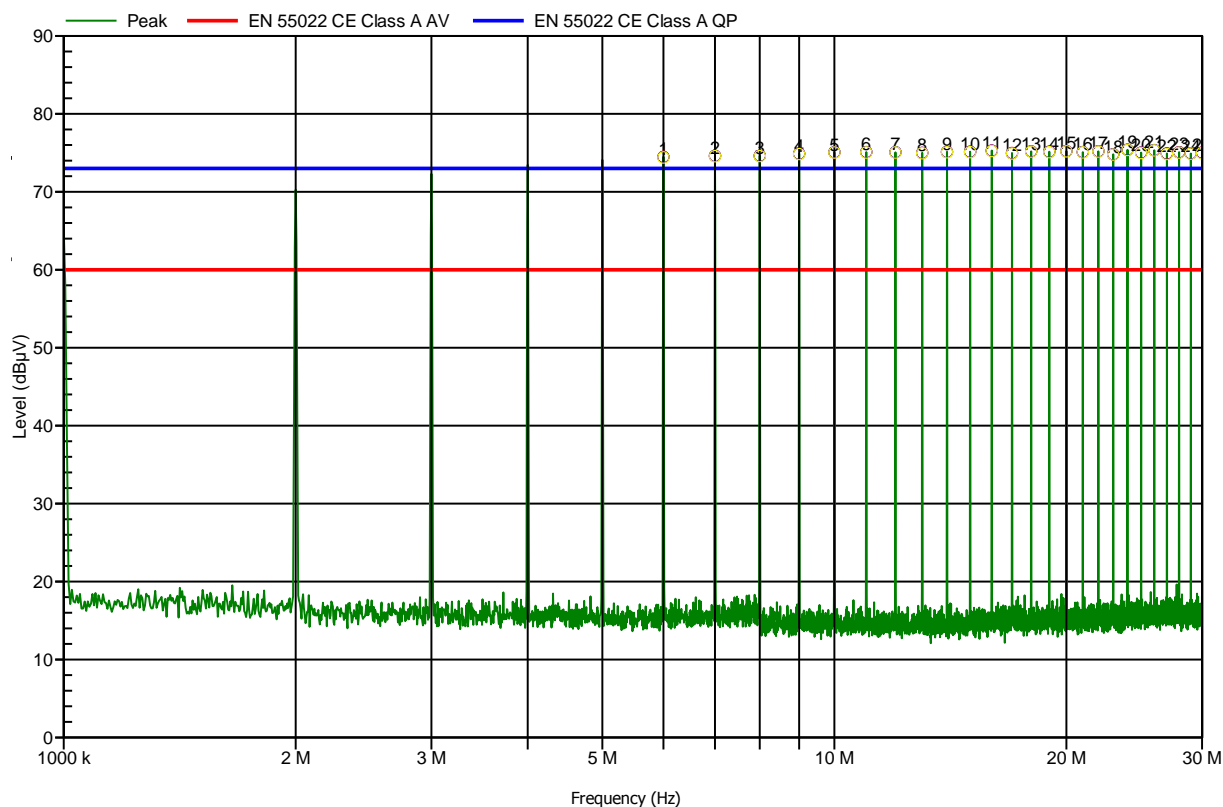
Start	Stop	Step	IF BW	Pre Amplifier	Time
1000 kHz	30 MHz	0 MHz	9 kHz	0 dB	10 µs

Table 2.6 Mains terminal disturbance voltage limits according to EN 55022 with class B, EN 55011 with class B equipment.

Detector	Frequency / MHz	Limit / dBµV
Quasi-peak:	0.15 – 0.50	79
	0.50 – 30	73
Average:	0.15 – 0.50	66
	0.50 – 30	60



2.1.2.1 Measurement results



Graph 2.2 Conducted emissions measurement result of the EUT. The measured curves with peak (PK), quasi-peak (QP) and average (AV) detectors.

Table 2.7 Final measurement results of the EUT with a QP-detector.

Nr	Frequency (MHz)	PK MaxHold (dBμV)	AVG Value (dBμV)	QP Value (dBμV)	AVG Limit (dBμV)	QP Limit (dBμV)	Result	Line
1	6	74.5	74.4	74.4	60	73	Fail	Neutral
2	7	74.6	74.6	74.6	60	73	Fail	Neutral
3	8	74.6	74.6	74.6	60	73	Fail	Neutral
4	9	74.9	74.9	74.8	60	73	Fail	Neutral
5	10	75.1	75.1	75	60	73	Fail	Neutral
6	11	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
7	12	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
8	13	75	75	75	60	73	Fail	Neutral
9	14	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
10	15	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
11	16	75.3	75.3	75.2	60	73	Fail	Neutral
12	17	75	75	74.9	60	73	Fail	Neutral
13	18	75.2	75.2	75.2	60	73	Fail	Neutral
14	19	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
15	20	75.2	75.2	75.2	60	73	Fail	Neutral
16	21	75.1	75.1	75.1	60	73	Fail	Neutral
17	22	75.2	75.2	75.2	60	73	Fail	Neutral
18	23	74.8	74.8	74.8	60	73	Fail	Neutral
19	24	75.4	75.4	75.4	60	73	Fail	Neutral



Nr	Frequency (MHz)	PK MaxHold (dBμV)	AVG Value (dBμV)	QP Value (dBμV)	AVG Limit (dBμV)	QP Limit (dBμV)	Result	Line
20	25	75	75	75	60	73	Fail	Neutral
21	26	75.3	75.4	75.3	60	73	Fail	Neutral
22	27	74.9	74.9	74.9	60	73	Fail	Neutral
23	28	75.1	75.1	75	60	73	Fail	Neutral
24	29	74.9	74.9	74.9	60	73	Fail	Neutral
25	30	75	75	75	60	73	Fail	Neutral

Remarks:

- 1) Conducted emission verification test

TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the conducted emissions requirements according to EN 61000-6-3, EN 61000-6-2.

2.1.2.2 Measurement equipment

Table 2.8 Measurement equipment of conducted emissions test.

Pos.	Equipment	Type	Valid calibration certificate	Manufacturer	Serial Number
1.2	Test Receiver	ESU 40	C22821A	Rohde&Schwarz	100031
3.1	Line Impedance Stabilization Network	ESH3-Z5	C17769A	Rohde&Schwarz	848773/007
3.2	Pulse Limiter	ESH3-Z2	NA	Rohde&Schwarz	0357.8810.54
9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.1	Software	ES-K1 v1.70	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.33	NA	D.A.R.E	NA



2.2 Immunity tests

2.2.1 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test

The test parameters concerned are as follows:

Parameter:	Specification:
Test standard:	EN 61000-6-3, EN 61000-6-2
Test method:	EN 55022 with class B, EN 55011 with class B
Test ID:	111230
Frequency range:	80 MHz to 2.7 GHz
Modulation:	None
Sweep:	Step: 1 % Dwell time: 3 s
Test levels:	3 V/m
Site name:	Savonia University of Applied Sciences, Engineering Kuopio / EMC laboratory, semi-anechoic chamber
Date:	30. joulukuuta 2011
Measurement uncertainty:	1.43 dB
Test conditions (temperature and humidity):	20 °C 19.1 % RH
Test operator/engineer:	Elina Jaatinen
Savonia EMC - laboratory and its quality system has been audited and certified according to ISO/IEC 17025 by Nemko EMC- Laboratory Authorization Program Aut.No: ELA 118	

The test will be carried out in a semi-anechoic chamber. The floor between the EUT and transmitting antenna is covered using absorbers. The EUT will be placed on a non-conductive table 0.8 m above reference ground plane (turntable). The distance between the transmitting antenna and the EUT will be 3.0 m. The height of the TX-antenna will be 1.55 m. The test will be performed with the field generating antenna facing each of the four sides of the EUT. Both vertical and horizontal polarizations will be tested and test procedure will be repeated two times. First with the amplitude modulated disturbance field and after that with the pulse modulated disturbance field. The cables will be oriented in a position anticipated to be the worst-case. Test set-ups are shown on images X to X.

Field uniformity calibrations has been performed at 13.4.2006 (Calibration Report ID: 0026030307A) in accordance with EN 61000-4-3 standard by using a uniform area sized 1.5 m × 1.5 m. The calibration has been done with an unmodulated signal at level which exceeds the target severity level at the 1.8 times (80 %). Conclusion of the field calibrations was PASS.



2.2.1.1 Test results

Table 2.9 Test results of radiated immunity test.

Antenna polarization	Frequency [MHz]	Test level [V/m]	Test Modulation	Position of EUT	Remarks
Horizontal	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 1 (0 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 2 (90 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 3 (180 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 4 (270 - degrees)	1
Vertical	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 1 (0 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 2 (90 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 3 (180 - degrees)	1
	80 MHz to 2.7 GHz	3 V/m	None	Position 4 (270 - degrees)	1

Remarks:

- 1) No effects to performance
- 2) Radiated immunity verification test

TEST STATUS = PASS,

EUT fulfils the radiated immunity requirements according to EN 61000-6-3, EN 61000-6-2.

2.2.1.2 Test equipment

Table 2.10 Test equipment of radiated immunity test

Pos.	Equipment	Type	Valid Calibration Certificate	Manufacturer	Serial Number
4.2	Signal Generator	SMT o6	C22818A	Rohde&Schwarz	100663
2.4	Log Periodic Antenna	LPDA o803	C17686A	TDK	060701
4.7	RF Amplifier	150A220	NA	Amplifier Research	26399
4.8	RF Amplifier	100W1000M1	NA	Amplifier Research	24563
4.9	RF Amplifier	50S1G4AM1	NA	Amplifier Research	
4.3	Power Meter	NRVD	C12795A	Rohde&Schwarz	828110/006
4.4	100 V Insertion Unit	URV5-Z4	C17784A	Rohde&Schwarz	827419/040
4.5	10 V Insertion Unit	URV5-Z2	C17785A	Rohde&Schwarz	830755/046
4.6	Signal Switching Unit	EMS SSU v2.20	NA	Orbis	
9.2	Controller	HD 100	NA	Deisel	NA
9.1	System Interface	SI-300	NA	TDK / EMC Automation	NA



9.5	Temperature- and Air humidity Meter	HygroPALM2	NA	Rotronic	29283085
10.2	Software	EMS-K1 v1.20	NA	Rohde&Schwarz	NA
10.8	Software	RadiMation 5.8.34	NA	D.A.R.E	NA

